

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

КЛЕЙНЪ.

**ПРОШЛОЕ,
НАСТОЯЩЕЕ**



**И БУДУЩЕЕ
ВСЕЛЕННОЙ.**

Изд. Вятского Т-ва.

Проф. Г. Клейнъ.

Прошлое, настоящее и будущее вселенной.

ОБЩЕДОСТУПНЫЯ БЕСѢДЫ ПО КОСМОЛОГИИ.

Переводъ съ третьяго, совершенно переработаннаго и значительно допол-
неннаго нѣмецкаго изданія

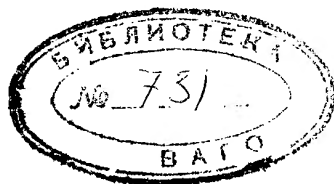
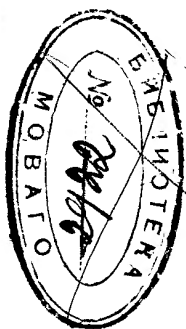
И. А. Давыдова.

съ 45 РИСУНКАМИ.

Цѣна 1 р. 25 к.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Изданіе Вятскаго Товарищества.

1911





Предисловіе къ первому изданію.

Космологическія изслѣдованія образуютъ въ настоящее время важную и интересную отрасль естествознанія. Болѣе пятидесяти лѣтъ тому назадъ *Александръ фонъ-Гумбольдтъ* съ поразительнымъ искусствомъ изобразилъ въ своемъ знаменитомъ трудѣ современное состояніе „Космоса“, *Вселенной*. Но онъ не рѣшился дать *исторіи* этой вселенной, не рѣшился заглянуть въ ея *прошлое* и *будущее*. А вѣдь настоящее есть лишь пограничная черта между прошлымъ и будущимъ!

Гумбольдтъ прекрасно понималъ и охарактеризовалъ задачу физической *исторіи міра*. Но онъ находилъ, что еще не пришло время для такой работы, что еще нѣтъ необходимаго для нея матеріала. Поэтому, приступая къ физическому *описанію міра*, онъ не рѣшился даже дать наброска физической *исторіи міра*. Какъ далеко ушла съ тѣхъ поръ наука! Космогонія не есть уже въ настоящее время арена безудержной фантазіи и вымысловъ. Напротивъ, она можетъ явить собой обликъ прекраснаго сооруженія: ибо заложенъ уже тотъ прочный фундаментъ, на которомъ можно воздвигнуть зданіе, гордо взирающее на грядущія времена. Передъ взорами изслѣдователя лежатъ нынѣ разоблаченными главные моменты прошлаго вселенной. Изслѣдователь въ состояніи даже предсказывать грядущее.

Раскрыть передъ взорами мыслящаго человѣка прошлое, настоящее и будущее вселенной, минуя подробное изученіе естествознанія, — такова задача этихъ „Космологическихъ бесѣдъ“. Я желалъ бы, чтобы и эта работа автора встрѣтила столь же радужный пріемъ, какъ и другія его сочиненія.

Предисловіе ко второму изданію.

Необычайный успѣхъ, выпавшій на долю „Космологическихъ бесѣдъ“ какъ у критики, такъ и у читателей, а также быстрый сбытъ перваго, довольно значительнаго изданія настоящей книги побудили автора подвергнуть ее серьезной переработкѣ. Особенное вниманіе удѣлено изслѣдованіямъ, появившемся за послѣдніе два года. Многое получило болѣе ясную и отчетливую формулировку. Да встрѣтитъ эта книга и въ настоящемъ, второмъ, изданіи радушный пріемъ у всѣхъ тѣхъ, кто интересуется космологическими вопросами.

Предисловіе къ третьему изданію.

Настоящее, третье, изданіе этой книги съ полнымъ правомъ можетъ почитаться, какъ совершенно переработанное. Со времени выхода въ свѣтъ второго изданія, въ области астрономіи и космологіи мы достигли новыхъ успѣховъ. Все это необходимо было принять во вниманіе. Въ то же время, авторъ, благодаря дальнѣйшимъ своимъ занятіямъ, по нѣкоторымъ вопросамъ пришелъ къ новымъ точкамъ зрѣнія, отличнымъ отъ его прежнихъ взглядовъ. Наконецъ, многое получило лучшее обоснованіе и изложено болѣе подробно. Введенъ также новый отдѣлъ по вопросу объ обитаемости луны. Въ результатъ своихъ изслѣдованій авторъ пришелъ къ такому выводу: устройство и развитіе вселенной, насколько простираются наши свѣдѣнія объ этомъ, не могутъ быть результатомъ исключительно слѣпо дѣйствующихъ механическихъ силъ. Напротивъ, все это свидѣтельствуетъ о воздѣйствіи высшаго Разума. Еще одинъ выводъ напрашивается самъ собою: наша земля занимаетъ исключительное положеніе въ планетной системѣ: только на ней встрѣчаются условія, необходимыя для поддержанія органической жизни.

Авторъ.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

СТРАН.

I.

Миръ, какъ единое цѣлое.

Введеніе.—Совершенство современныхъ астрономическихъ инструментовъ.—Духовное значеніе астрономіи.—Раннія воззрѣнія и астрологическія заблужденія.—Расцвѣтъ наукъ и первые взгляды на устройство вселенной.—Работы Фридриха Вильяма Гершеля.—Общее расположеніе звѣздныхъ системъ во вселенной.—Ступени развитія и относительный возрастъ неподвижныхъ звѣздъ.—Поглощеніе свѣта звѣздъ въ мировомъ пространствѣ.—Обновленія мировъ.—Появленіе новыхъ звѣздъ и объясненіе этого явленія 1

II.

Прошлое и будущее вселенной.

Паденіе планетныхъ массъ на ихъ центральныя тѣла.—Можетъ ли благодаря этому вся матерія мирового пространства постепенно собраться въ громадныя тѣла?—Стремится ли вселенная къ извѣстному предѣльному состоянію?—Энтропія міра стремится къ максимуму, такъ какъ количество матеріи конечно.—Устройство вселенной таково, словно она была создана высшимъ разумомъ, повелѣвавшимъ неисчерпаемой творческой силой. 27

III.

Царство туманныхъ пятенъ и ихъ значеніе для развитія звѣздныхъ системъ.

Различныя формы мировыхъ тѣлъ означаютъ различныя ступени развитія отъ простаго къ сложному.—Изслѣдованія Гершеля относительно строенія звѣзднаго міра. Природа и роль Млечнаго Пути во вселенной.—Блѣдныя, безформенныя туманности суть зачаточныя состоянія звѣздныхъ системъ.—Спиральныя туманности, какъ позднѣйшая ступень въ ихъ развитіи.—Примѣненіе фото-

графіи къ изученію природы: возникновеніе новой міровой системы.—Образованіе солнечной системы изъ вращающейся туманной массы.

37

IV.

Солнце.

Зависимость органической жизни на землѣ отъ физическаго состоянія солнца.—Вычисленіе механической силы, излучаемой солнцемъ въ видѣ теплоты.—Разстояніе и величина солнца.—Солнечныя пятна, продолжительность вращенія солнечнаго шара.—Періодическія измѣненія въ числѣ пятенъ.—Целльнерова теорія солнечныхъ пятенъ.—Солнечные факелы.—Связь между земными явленіями и измѣненіемъ числа солнечныхъ пятенъ.—Протуберанцы и примѣненіе спектральнаго анализа къ ихъ изслѣдованію.—Хромосфера.—Форма протуберанцевъ.—Теоріи солнечныхъ пятенъ Шперера, Секки и Фая.—Движенія протуберанцевъ и температура верхнихъ солнечныхъ слоевъ.—Запасъ силы, скрытый въ солнцѣ, долженъ съ теченіемъ времени изсякнуть.

58

V.

Природа кометъ и положеніе ихъ во вселенной.

Число кометъ и распредѣленіе ихъ перигеліевъ по разстоянію отъ солнца.—Случайное распредѣленіе кометныхъ путей относительно эклиптики.—Опредѣленіе числа кометъ по принципу Ламберта. Сомнѣнія, вызываемыя этимъ.—Физическія свойства кометъ.—Результаты спектрально-аналитическаго изслѣдованія.—Целльнерова теорія кометъ.—Связь между кометами и падающими звѣздами.—Изслѣдованіе Бредихина относительно кометныхъ хвостовъ.—Кометы отнюдь не являются неизмѣнными, компактными міровыми тѣлами: это — системы тѣлъ, съ теченіемъ времени распадающіяся при извѣстныхъ условіяхъ.—Положеніе кометъ во вселенной.—Распаденіе кометъ и образованіе новыхъ кометъ.—Зодіакальный свѣтъ.

123

VI.

Роль падающихъ звѣздъ въ солнечной системѣ.

Основы изученія космическихъ метеоровъ.—Высота, на какой вспыхиваютъ метеоры въ нашей атмосферѣ.—Изслѣдованія Скіапарелли.—Общіе признаки движенія падающихъ звѣздъ въ пространствѣ.—Вліяніе движенія земли на кажущуюся численность метеоровъ.—Параболическое движеніе падающихъ звѣздъ.—Элементы орбитъ главнѣйшихъ метеорныхъ потоковъ.—Распредѣленіе метеорныхъ радіантовъ на небѣ.—Сопоставленіе орбитъ метеорныхъ потоковъ и кометъ.—Вліяніе земного притяженія на паденіе метеоровъ.—Происхожденіе метеорныхъ потоковъ; вещество падающихъ звѣздъ.—Связь между падающими звѣздами и огненными

шарами.—Метеориты, какъ вѣстники изъ царства неподвижныхъ звѣздъ.—Нѣкоторые метеориты, возможно, получили свое начало на лунѣ.—Метеорные камни, содержащіе органическое вещество. . . 161

VII.

Возрастъ солнечной системы и земли.

Сравнительный возрастъ отдѣльныхъ планетъ.—Образованіе отдѣльныхъ планетъ слѣдовало съ возрастающей быстротой.—Законъ планетныхъ разстояній.—Почему законъ этотъ отклоняется отъ дѣйствительности, въ особенности, для далекихъ планетъ?—Возрастъ земли . . . 193

VIII.

Обитаема ли луна?

Вопросъ о жителяхъ луны въ настоящее время не можетъ быть рѣшенъ путемъ прямого наблюденія.—Умозрѣніе *Груйтуйзена* относительно органическихъ существъ на лунѣ.—Луна обладаетъ въ высшей степени тонкой атмосферой.—Туманные покровы на глубокихъ областяхъ лунной поверхности.—Правильное измѣненіе окраски нѣкоторыхъ пятенъ на лунѣ въ связи съ солнечной теплотой.—Возможность существованія низшихъ растительныхъ организмовъ въ извѣстныхъ частяхъ луны.—Температура на лунѣ днемъ и ночью.—Теоретическія изслѣдованія объ этомъ *Гирна*.—Опытныя изслѣдованія *Ланглея*.—Заключеніе . . . 213

IX.

Обитаемы ли планетные міры?

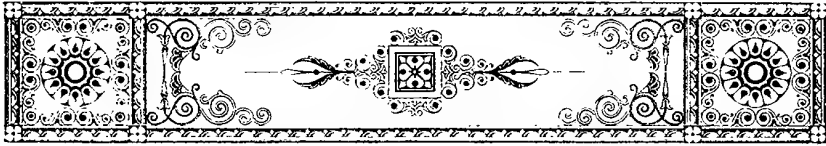
Планета Меркурій: общее ея положеніе во вселенной и ея вращеніе.—На Меркуріи не могутъ обитать существа, подобныя людямъ.—Планета Венера.—Подобно Меркурію, на одномъ ея полушаріи—вѣчный день, на другомъ—вѣчная ночь.—Блѣдное мерцаніе на ночной сторонѣ планеты.—Планета Марсъ.—Времена года «на немъ».—Большія скопленія льда у полюсовъ.—Атмосфера Марса.—Изслѣдованія Скіапарелли относительно измѣненій на поверхности Марса.—Удвоеніе каналовъ Марса и случайныя наводненія.—Малыя планеты.—Юпитеръ и нынѣшнее состояніе его поверхности.—Луны Юпитера.—Планета Сатурнъ и система его колецъ.—Уранъ и Нептунъ.—Нигдѣ въ планетной системѣ за предѣлами земли нѣтъ условій, пригодныхъ для жизни людей.—Положеніе человѣка во вселенной. . . 248

Иллюстраціи.

	СТР.
1. Пулковскій рефракторъ . . . ,	3
2. Портретъ Коперника	7
3. Часть Млечнаго Пути.	11
4. Часть неба въ созвѣздіи Близнецовъ	13
5. Спектры звѣздъ	15
6. Портретъ Ньютона	21
7. Портретъ Кеплера	33
8. Туманность Америка въ Лебедѣ.	39
9. Безформенная туманность въ созвѣздіи Золотой Рыбы	46
10. Спиральная туманность въ созвѣздіи Гончихъ Собакъ	49
11. Происхожденіе солнечной системы по Канту и Лапласу	52
12. Большая туманность въ Андромедѣ	54
13. Солнце и земля	63
14. Фотосфера	64
15. Портретъ Галилея	67
16. Группа солнечныхъ пятенъ.	77
17. Протуберанцъ 1892 года.	88
18. Солнечная корона 1887 года.	95
19. Солнечная корона 1860 года. . . ,	96
20. Хромосфера	100
21. Изверженіе на солнцѣ	109
22. Протуберанцъ 1872 года.	120
23. Орбиты кометъ	125
24. Комета 1843 года	131

	СТР.
25. Комета Шезо	135
26. Типы кометныхъ хвостовъ	138
27. Портретъ В. Гершеля.	147
28. Зодіакальный свѣтъ	157
29. Огненный дождь.	166
30. Паденіе болида	171
31. Солнечная система	201
32. Кратеръ Мессье.	214
33. Лунный ландшафтъ съ кратерами.	217
34. Карта луны.	222
35. Луна.	226
36. Фазы луны	232
37. Солнечное затменіе на поверхности луны	236
38. Горный хребетъ на лунѣ	243
39. Сравнительная величина земли, Марса, Меркурія и луны	251
40. Оба полушарія Марса.	261
41. Исменийское озеро на Марсѣ	269
42. Сравнительная величина Юпитера и земли	279
43. Сатурнъ и система его колецъ	300
44. Видъ кольца съ поверхности Сатурна	306
45. Главныя планеты солнечной системы	311





I.

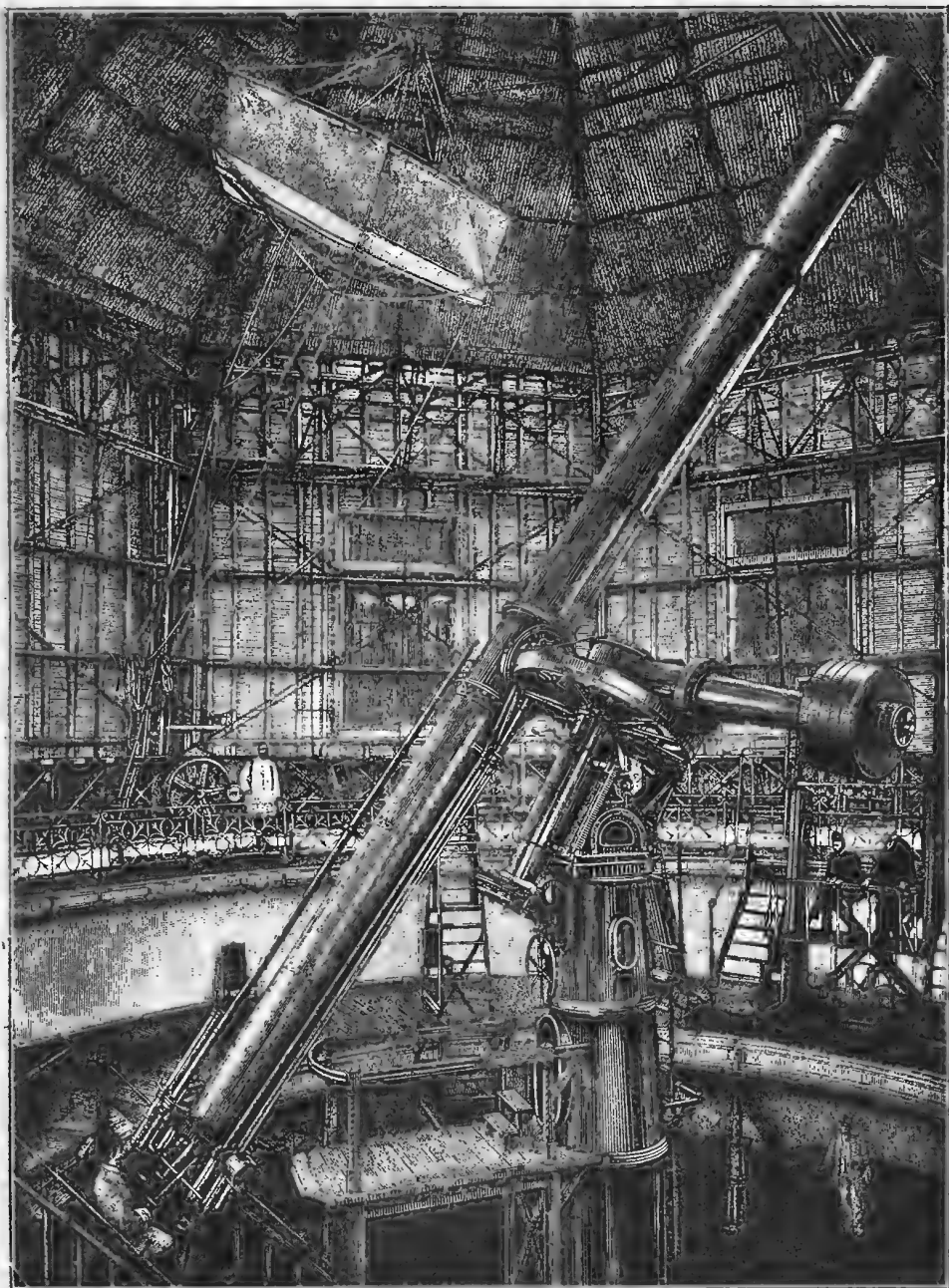
Міръ, какъ единое цѣлое.

Введение. — Совершенство современныхъ астрономическихъ инструментовъ. — Духовное значеніе астрономіи. — Раннія воззрѣнія и астрологическія заблужденія. — Расцвѣтъ наукъ и первые взгляды на устройство вселенной. — Работы Фридриха Вильяма Гершеля. — Общее расположеніе звѣздныхъ системъ во вселенной. — Ступени развитія и относительный возрастъ неподвижныхъ звѣздъ. — Поглощеніе свѣта звѣздъ въ мировомъ пространствѣ. — Обновленія міровъ. — Появленіе новыхъ звѣздъ и объясненіе этого явленія.

Меня живо радуетъ высказанное Вами желаніе, чтобы наши бесѣды объ устройствѣ планетной системы, о строеніи неба въ области неподвижныхъ звѣздъ продолжались далѣе. Едва-ли какой-либо иной предметъ способенъ въ такой высокой степени приковать къ себѣ мысль человѣческую. Правда, въ прежнія времена обо всѣхъ этихъ предметахъ царило необычайно большое разногласіе. Есть ли обитатели на планетахъ и кометахъ, въ какомъ отношеніи стоятъ неподвижныя звѣзды къ нашей землѣ, какова исторія вселенной, — обо всѣхъ этихъ вопросахъ даже проникательнѣйшіе люди высказывали чрезвычайно различные взгляды. Не наивно-ли, въ такомъ случаѣ, наше желаніе вновь касаться этихъ вопросовъ, вновь пытаться освѣтить ихъ съ естественно-исторической и философской точекъ зрѣнія, на основаніи аналогій и правилъ теоріи вѣроятности? Но въ настоящее время мы находимся въ болѣе благоприятномъ положеніи, нежели наши предшественники: наши свѣдѣнія объ общихъ законахъ природы, объ устройствѣ небесной системы, о фи-

зическомъ состояніи небесныхъ тѣлъ гораздо богаче, чѣмъ это было три десятка лѣтъ тому назадъ. Телескопъ достигъ въ настоящее время такого совершенства, о какомъ раньше не могли и думать. А фотографическая пластинка, эта ничто не пропускающая сѣтчатка, показываетъ намъ цѣлые милліоны такихъ небесныхъ тѣлъ, которыхъ человѣскій глазъ никогда не увидитъ непосредственно. Пусть даже онъ вооружится самыми могучими телескопами. Но мало того. Изслѣдованіе звѣздъ, которыя отъ начала вѣковъ оставались сокрытыми отъ насъ, можетъ совершаться въ настоящее время уже помимо непосредственной работы у телескопа: во всякое время можемъ мы совершать эту работу, не покидая стѣны своего кабинета.

Спектроскопъ, прикрѣпленный къ окуляру телескопа, даетъ намъ эту возможность. Достаточно бросить одинъ взглядъ, чтобы проникнуть въ отдаленнѣйшія глубины мірового пространства и опредѣлить здѣсь состояніе матеріи и ея химическій составъ. Но этого мало. Спектроскопъ можно соединить съ фотографической пластинкой. Онъ покажетъ намъ тогда, что нѣкоторыя неподвижныя звѣзды движутся вокругъ другихъ, сосѣднихъ съ ними неподвижныхъ звѣздъ, которыя остаются для насъ невидимыми. И движеніе это совершается въ теченіе нѣсколькихъ дней. Такъ удалось намъ узнать многое такое, о чемъ въ былыя времена не рѣшались даже мечтать. Возьмите, наконецъ, самый вопросъ о возникновеніи нашей солнечной системы. Развѣ цѣлый рядъ смѣлыхъ и осторожныхъ мыслителей не пытался разрѣшить эту великую задачу? Они удачно разрѣшили ее, выяснивъ тѣ послѣдствія, какія необходимо проистекають отсюда и какія длятся еще и по нынѣшній день. Само собою разумѣется, что въ настоящее время космологическія умозрѣнія покоятся на совершенно иномъ, гораздо болѣе солидномъ основаніи, нежели въ былыя времена. Такъ почему же намъ не послѣдовать примѣру прошлыхъ опытовъ, примѣру *Фонтенеля* и *Ламберти*? Почему намъ не попытаться разсмотрѣть состояніе міроздаія съ космологическихъ точекъ зрѣнія? Пусть даже живое воображеніе и геніальная мысль перваго и острый умъ второго не составляютъ удѣла всякаго чело-
вѣка.



Пулковскій рефракторъ.

Поперечникъ объектива—30 дюймовъ. Фокусное разстояніе—45 футовъ.
Объективъ изготовленъ Альваномъ Кларкомъ.

Всѣ образованные и мыслящіе люди питають глубокий интересъ къ астрономическимъ наблюденіямъ и къ достигнутымъ въ этой области результатамъ. Можно смѣло сказать, что интересъ этотъ порождается тѣмъ, что достигнутые результаты нѣсколько приподнимають покровъ Майи. Они вносятъ свѣтъ въ тотъ мракъ, которымъ покрыто начало міра, который скрываетъ отъ нашихъ взоровъ какъ наше происхожденіе, такъ и нашу цѣль. Вѣдь всякое изслѣдованіе и всякое стремленіе человѣческаго духа движется вокругъ одной оси: откуда зачалась вселенная, откуда взялись тѣ существа, которыя сознають этотъ фактъ, которыхъ волнуетъ самая мысль, что вотъ есть нѣчто, и что источникъ существованія течетъ неустанно. Почему все это? По-истинѣ: почему? Въ этомъ — весь вопросъ! Если бы это „почему?“ не вздымало уже своего змѣинаго жала, то вся вселенная въ своемъ неустанномъ великомъ теченіи лежала бы уже разоблаченной передъ взорами изслѣдователя. Мы не только съ интересомъ взирали бы на все совершающееся. Мы сами, со своими поступками и мыслями, составляемъ вѣдь часть этой охваченной движеніемъ вселенной. Мы съ чувствомъ величайшаго удовлетворенія ясно сознавали бы долю своего участія въ смѣнѣ вещей. Намъ преисполняла бы радостью мысль, что міръ въ такой же мѣрѣ зависитъ отъ насъ, въ какой мы зависимъ отъ него. Однимъ словомъ: мы понимали бы все, что доступно для нашего опыта.

Но мы должны сознаться, что такая высшая точка зрѣнія никогда не можетъ стать удѣломъ человѣка. Вѣдь мы познаемъ не вещи, какъ онѣ существуютъ сами по себѣ, а лишь образы, копіи, отлившіяся въ формы времени, пространства и причинности. Только такія копіи доходятъ черезъ ощущение до нашего сознанія. Наконецъ, само наше сознаніе, въ своемъ дѣйствительномъ, повседневномъ обликѣ, есть для насъ непостижимая тайна. Правда, дѣлались попытки свести сознаніе или ощущение къ явленіямъ движенія. Но такого рода попытки, по самому существу своему, лишены всякаго научнаго значенія. Онѣ свидѣлствуютъ лишь объ отсутствіи философскаго смысла. Движеніе есть только движеніе — и больше ничего. Кучка колеблющихся атомовъ остается только кучкой колеблющихся атомовъ. Превосходно

говорить по этому поводу *Рибо*: Если мы хотимъ утверждать, что наше субъективное ощущение теплоты, свѣта и т. д. подобнымъ же образомъ отличается отъ движенія, какъ сознаніе—отъ колебанія нервовъ, то слѣдуетъ замѣтить, что сравненіе это хромаетъ. Вѣдь для того, чтобы изъ движенія получился свѣтъ, необходимъ еще зрительный органъ и сознаніе. Точно также, для того, чтобы изъ движенія получился звукъ, необходимъ еще органъ слуха и сознанія. Но что необходимо для того, чтобы колебаніе нервовъ превратилось въ сознаніе, котораго еще нѣтъ? Кто возьмется объяснить это превращеніе? Пусть исчезнетъ человѣкъ и вообще всякій мыслящій и чувствующій мозгъ. Развѣ вселенная, со всѣмъ своимъ блескомъ и сіяніемъ, со всѣмъ великолѣпіемъ своихъ красокъ, со всѣмъ богатствомъ формъ, гармоніей, — развѣ этотъ міръ, исполненный красоты, продолжалъ бы тогда существовать? Ни въ какомъ случаѣ. Вѣдь вселенная, по крайней мѣрѣ, для насъ, есть лишь рядъ состояній сознанія. Всякое сопротивленіе, формы, краски, короче, всѣ свойства, а также всѣ законы матеріи существуютъ для насъ только вслѣдствіе этого. И этотъ міръ—говоритъ Шопенгауэръ—не существовалъ бы уже, если бы человѣческіе мозги не размножались, словно губки, впитывающія въ себя вселенную, которая иначе превратилась бы въ ничто. Словно мячъ, перебрасываютъ они другъ къ другу эту великую, сходную во всѣхъ отношеніяхъ картину, которую называютъ словомъ объектъ.

Возьмемъ самыя раннія времена научнаго развитія. Тогда представленія объ устройствѣ и особенностяхъ вселенной были столь же упрощенны и носили такой же дѣтскій характеръ, какъ и тѣ наблюденія, на которыхъ они покоились. Какимъ тѣснымъ долженъ былъ представляться людямъ міръ! Вѣдь землю они считали центромъ вселенной, а голубое небо казалось имъ сводомъ, на которомъ укрѣплены звѣзды. Пока земля разсматривалась, какъ средоточіе міра, человѣкъ, этотъ владыка земли, необходимо долженъ былъ почитаться центромъ всего творенія. Именно для человѣка—такъ думали въ тѣ времена—звѣзды проходятъ ежедневно свои круговые пути, для него солнце совершаетъ свой ежегодный и ежедневный путь, для него изливаетъ свой свѣтъ луна и про-

ходить свои фазы. Чрезвычайно интересно, съ психологической точки зрѣнія, прослѣдить тѣ отношенія, какія устанавливали различныя народности между человѣкомъ и различными небесными явленіями. Въ этомъ отношеніи рѣшающую роль играла степень ихъ развитія и ихъ духовный складъ. Чтобы не уклоняться особенно отъ предмета нашихъ бесѣдъ, я приведу здѣсь одинъ только примѣръ. Легенды и миѳологія самыхъ различныхъ первобытныхъ народностей приписываютъ извѣстную роль и значеніе пятнамъ на лунѣ. Въ очень отдаленныхъ другъ отъ друга мѣстностяхъ земного шара, у самыхъ различныхъ людей мы съ изумленіемъ встрѣчаемъ въ этомъ отношеніи одни и тѣ же взгляды. Такъ, монголы и островитяне Тихаго океана, а также перуанцы и древнее народное сказаніе англичанъ усматриваютъ самую тѣсную связь между поступками людей и ихъ несчастьемъ и лунными пятнами. Точно также и мистикъ *Альбертъ Великій* придерживался очень наивнаго въ этомъ отношеніи взгляда: лунныя пятна представляютъ де нѣчто сходное съ земными организмами. Онъ видѣлъ въ нихъ дракона, на его спинѣ возвышался стволъ дерева, къ которому прислонился человѣкъ. Въ средніе вѣка только *Некамъ*, а затѣмъ *Данте* стали высмѣивать народное воззрѣніе, усматривавшее въ лунныхъ пятнахъ людей и животныхъ. Однако, и въ настоящее время въ низшихъ классахъ народа широко распространѣнъ взглядъ, что на дискѣ луны можно различить человѣческое лицо или даже вѣсы. Въ особенности же въ полнолуніе можно будто бы все это наблюдать отчетливо.

Такъ, человѣкъ почитался центромъ и цѣлью всего творенія, а небесныя тѣла признавались существующими только ради него. Отсюда легко уже было придти къ выводу, что свѣтила небесныя оказываютъ извѣстнаго рода вліяніе какъ на весь родъ человѣческій, такъ, въ частности, и на всякаго отдѣльнаго человѣка. Такъ возникла астрологія: по положенію небесныхъ свѣтилъ считали возможнымъ предсказывать судьбу человѣка. Въ теченіе цѣлыхъ столѣтій астрологія подавляла всякое истинно-научное стремленіе.

Только смѣлый подвигъ *Коперника* отнялъ всякую почву у этихъ астрологическихъ фантазій. Не даромъ *Тихо Браге* восторженно воспѣвалъ, что Копернику



Коперникъ.

— «удалось сорвать солнце съ неба
И утвердить его въ міровомъ пространствѣ—».

Въ то же время Коперникъ нарушилъ неподвижный покой земли, онъ заставилъ ее нестись по круговому пути около мірового свѣтила. Земля лишилась отнынѣ своего высокаго положенія, она перестала быть центромъ міра. Она должна была ограничиться болѣе скромной ролью: въ теченіе года ей суждено было совершать одинъ оборотъ вокругъ солнца. Однако, эти правильные взгляды на устройство планетной системы далеко еще не привели къ истинному познанію мірозданія. Объ этомъ свидѣлствуетъ примѣръ самого *Кеплера*. Онъ существенно усовершенствовалъ систему *Коперника*, открывъ свои знаменитые три закона планетнаго движенія. Но, несмотря на то, онъ думалъ, все же, что на эти движенія оказываютъ спеціальное вліяніе небесные геніи. Всякой планетѣ они предуказываютъ тотъ путь, какимъ она должна двигаться. Въ этомъ отношеніи сыграло очень важную роль изобрѣтеніе зрительной трубы. Однако, еще въ 1733 году *Дерямъ* задавался вопросомъ: не происходитъ ли свѣтъ туманныхъ пятенъ отъ того, что по ту сторону сферы неподвижныхъ звѣздъ лежитъ огненная область, которая мѣстами просвѣчиваетъ. Въ особенности же замѣчательную яркость туманности *Оріона* *Дерямъ* склоненъ былъ приписывать просвѣчиванію такого соелум епругеум. Но *Деряму* можно простить такого рода взгляды. А вотъ остроумный *Гюйгенсъ*. Онъ, какъ извѣстно, первый сталъ производить болѣе точныя наблюденія надъ туманностью *Оріона*. Долгое время именно ему приписывали открытіе этой туманности. Однако, описывая это замѣчательное небесное тѣло, онъ говоритъ: „можно было подумать, что небесная сфера здѣсь словно разверзлась, и мы смотримъ въ болѣе свѣтлыя области“.

Если оставить въ сторонѣ остроумнаго *Ламберта*, а также умозрительныя построенія *Райта* и *Канта*, то можно сказать, что только *Вильямъ Гершель* установилъ впервые научные взгляды на устройство вселенной. Но, конечно, и эти взгляды нуждались еще въ значительныхъ исправленіяхъ. Со смерти *Гершеля* наука шла впередъ исполинскими шагами. Въ настоящее время мы въ состояніи производить такіа из-

слѣдованія, о которыхъ въ началѣ прошлаго вѣка не рѣшился бы мечтать ни одинъ разумный человѣкъ. За послѣдніе пятьдесятъ лѣтъ значительно разсѣялся туманъ, скрывавшій отъ нашихъ взоровъ прошлое, настоящее и будущее вселенной, т. е., видимои для насъ части міра. Неудержимо проникаетъ наука все дальше, все глубже. Для насъ стали доступны далекіе берега и уединенные острова, разсѣянные въ океанѣ вселенной. Все больше и больше тайнъ и загадокъ освѣщаетъ и разгадываетъ она, которыми насъ всюду окружаетъ природа.

Мы не въ состояніи измѣрить доступными для насъ средствами вселенной, этого царства неподвижныхъ звѣздъ, звѣздныхъ кучъ и туманностей. Этотъ фактъ принадлежитъ къ числу наиболѣе важныхъ и самыхъ несомнѣнныхъ результатовъ изслѣдованія. Нигдѣ въ міровомъ пространствѣ, наполненномъ звѣздами, мы не встрѣчаемъ послѣдней звѣзды. Нигдѣ не встрѣчаемъ мы здѣсь послѣдней грани, или хотя бы только намска на такую грань. Вооруженный повѣмъ, болѣе сильнымъ инструментомъ, взоръ нашъ расширяется и углубляется. Передъ нами открываются все новыя и новыя звѣзды. Въ особенности это справедливо по отношенію къ той части небснаго свода, которую пересѣкаетъ Млечный Путь. Эту нѣжно свѣтящуюся полосу нашъ невооруженный глазъ различаетъ отчетливо. Онъ находитъ здѣсь различные оттѣнки яркости. Уже *Вильямъ Гершель* изслѣдовалъ Млечный Путь при помощи своего исполинскаго зеркальнаго телескопа. Онъ нашель, что Млечный Путь состоитъ изъ милліоновъ звѣздъ. Эти послѣднія перѣдко скучиваются въ облачныя массы, какъ бы въ туманности, состоящія изъ неподвижныхъ звѣздъ. Онѣ такъ далеко отстоятъ отъ насъ, такъ велико число ихъ, что даже въ большіе телескопы мы не въ состояніи обыкновенно различать отдѣльных звѣздъ. Недавно на Ликовской обсерваторіи въ Калифорніи были сфотографированы нѣкоторыя части Млечнаго Пути. Въ этомъ случаѣ воспользовались большой чечевицей съ довольно большимъ полемъ зрѣнія. Пластика подвергалась дѣйствию свѣта болѣе трехъ часовъ. Такимъ путемъ были получены снимки, показывающіе тѣ звѣздныя облака, изъ которыхъ состоитъ Млечный Путь.



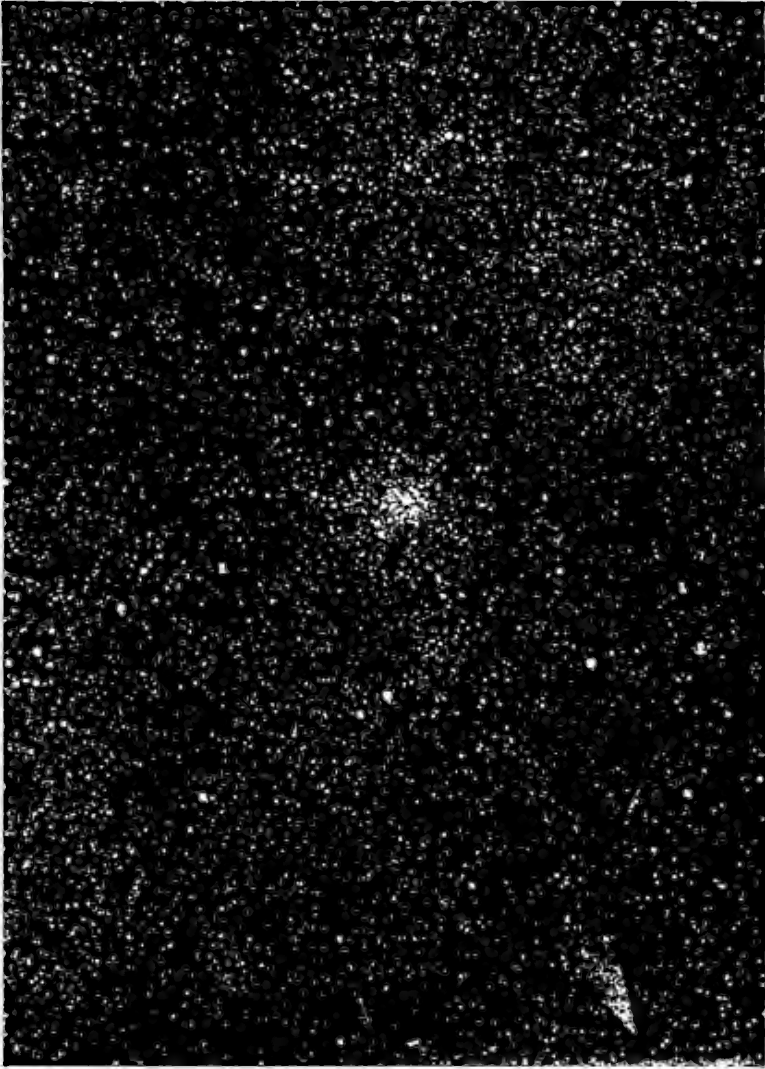
Часть Млечнаго Пути.

Фотографическій снимокъ Ликовской обсерваторіи.

Среди нихъ можно замѣтить темные каналы, которые, словно широкія щели, прорѣзываютъ и пересѣкаютъ все цѣлое. Взгляните на такую фотографію сквозь лупу. Вы увидите тогда, что многія свѣтлыя точки, даже большинство ихъ, не суть отдѣльныя звѣзды, а цѣлыя скопленія ихъ. Такъ, Млечный Путь представляетъ собой систему системъ, высшую форму существованія міровъ. Къ нему принадлежатъ многочисленныя скопленія отдѣльныхъ неподвижныхъ звѣздъ. Они представляются намъ въ видѣ звѣздныхъ кучъ. Наше ночное небо, усыпанное неподвижными звѣздами, образуетъ только одно звено этой системы. Многочисленныя, необычайно большія скопленія раскаленныхъ и слабо свѣтящихся массъ газовъ, разсѣяны среди этихъ звѣздъ и представляются намъ въ видѣ туманныхъ пятенъ. Самыя звѣздныя кучи какъ по своей величинѣ, такъ и по количеству звѣздъ въ нихъ, чрезвычайно разнообразны. Но всегда отдѣльными членами ихъ являются самосвѣтящіяся неподвижныя звѣзды, солнца, подобныя нашему солнцу. Иногда можно наблюдать, какъ нѣсколько такихъ неподвижныхъ звѣздъ соединяются въ болѣе тѣсную группу въ видѣ двойныхъ или тройныхъ звѣздъ, обращающихся вокругъ одного общаго центра. Иногда встрѣчаются темныя массы, которыя съ какой-либо яркой неподвижной звѣздой образуютъ болѣе тѣсную систему. Встрѣчаются также многочисленныя отдѣльныя звѣзды, которыя движутся по міровому пространству въ самыхъ различныхъ направленіяхъ. Въ настоящее время мы не знаемъ ни цѣли, ни пути этихъ звѣздъ. Къ ихъ числу принадлежитъ наше солнце. Оно, въ свою очередь, образуетъ центръ движенія большой системы планетъ и кометъ. Наша земля входитъ въ эту систему.

Такова въ общихъ чертахъ картина мірового пространства и наполняющихъ его громадныхъ звѣздныхъ скопленій. Но мы не имѣемъ никакого представленія объ устройствѣ цѣлаго. Вѣдь мы не въ состояніи обнять границъ вселенной. Однако, въ расположеніи отдѣльныхъ образованій, звѣздныхъ кучъ, обособленныхъ звѣздъ и туманныхъ пятенъ, мы можемъ, все же, усмотрѣть совершенно опредѣленный планъ развитія. Ниже я остановлюсь на этомъ болѣе подробно. Но, внося въ царство звѣздъ представленіе о развитіи во вре-

мени, мы тѣмъ самымъ приобретаемъ новыя, неожиданныя точки зрѣнія, о которыхъ иначе мы и думать не могли бы.



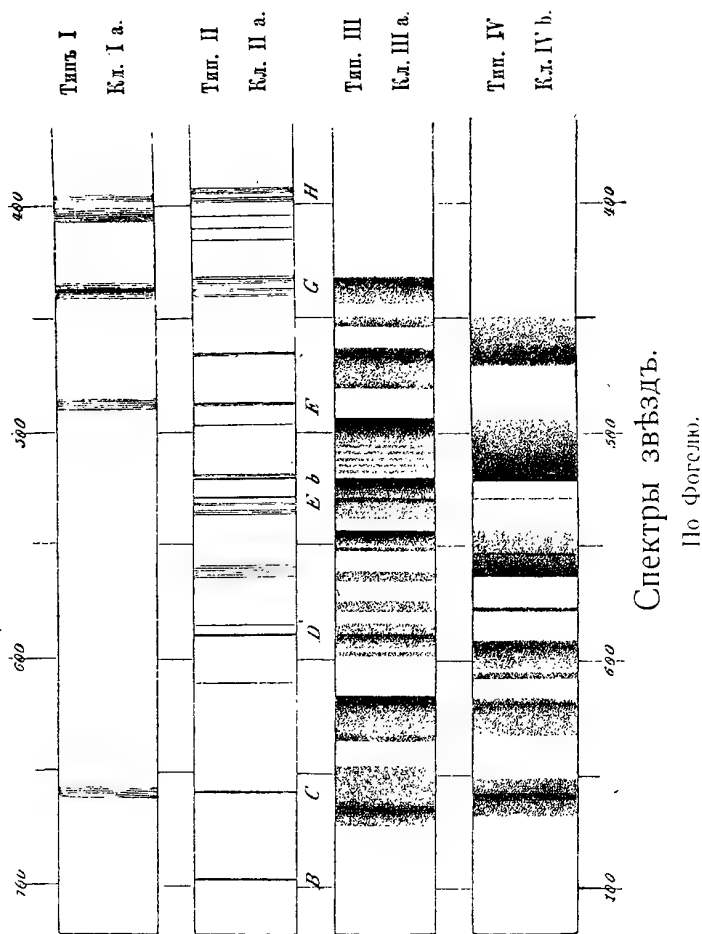
Часть неба въ созвѣздіи Близнецовъ.

Фотографическій снимокъ проф. Барнарда.

Такъ, напр., различная яркость неподвижныхъ звѣздъ обуславливается не только ихъ разстояніемъ отъ насъ и

первоначальнымъ ихъ различіемъ. Въ этомъ случаѣ необходимо, кромѣ того, принять во вниманіе еще и то время, въ теченіе котораго онѣ уже свѣтятъ, т. е., ихъ возрастъ. Это вполне доказывается спектроскопическими изслѣдованіями. Уже въ 1874 году *Фогелю* удалось дать классификацію спектровъ неподвижныхъ звѣздъ. Онъ исходилъ при этомъ изъ той мысли, что въ этихъ спектрахъ отражаются ступени развитія соответствующихъ небесныхъ тѣлъ. Состояніемъ наивысшей раскаленности, т. е., съ космологической точки зрѣнія, самымъ юнымъ возрастомъ, обладаютъ тѣ звѣзды, спектры которыхъ совсѣмъ не показываютъ темныхъ линій, или же показываютъ очень тонкія темныя линіи. Въ раскаленной атмосферѣ этихъ звѣздъ металлическіе пары проявляютъ, слѣдовательно, лишь очень слабое поглощеніе. Сюда принадлежитъ яркая звѣзда Регулъ (α въ созвѣздіи Льва), затѣмъ Вега (α въ Лирѣ), Сиріусъ (α въ Большомъ Псѣ). Въ спектрѣ этого послѣдняго линіи металловъ выступаютъ уже нѣсколько сильнѣе. Въ особенности же здѣсь выдѣляются линіи желѣза и магнія. Голубая и фіолетовая часть спектра представляется у этихъ и остальныхъ звѣздъ перваго класса очень яркой. Во всякомъ случаѣ это происходитъ вслѣдствіе чрезвычайно высокой температуры. Въ то же время звѣзды эти совершенно бѣлыя. Переходъ ко второму классу образуетъ спектръ α въ Орлѣ: онъ больше приближается къ солнечному спектру. Въ этомъ послѣднемъ линіи металловъ выступаютъ отчетливо и отчасти даже рѣзко. Въ то же время у нѣкоторыхъ звѣздъ этого класса въ менѣе преломляемыхъ частяхъ спектра замѣтны блѣдныя темныя полосы. Звѣзды этого класса имѣютъ нѣсколько желтоватый цвѣтъ. Температура ихъ должна быть значительно ниже температуры звѣздъ перваго типа. Главнымъ представителемъ этихъ звѣздъ является наше солнце. Какъ показали изслѣдованія *Шейнера* на астро-физической обсерваторіи въ Потсдамѣ, многія звѣзды втораго класса (солнце, α въ Возничемъ, α Волопаса, β Близнецовъ, α въ Овнѣ) обладаютъ сходнымъ спектромъ. Сходство это простирается даже до мельчайшихъ подробностей. Названный выше наблюдатель говоритъ: „Это служитъ чрезвычайно важнымъ доказательствомъ необыкновеннаго однообразія, которое обна-

руживается какъ въ составѣ, такъ и въ развитіи звѣздъ. Но, помимо того, это доказываетъ также, что у звѣздъ, находящихся на одной и той же ступени развитія, это единообразіе обнаруживается также въ плотности и температурѣ, даже въ процентномъ соотношеніи различныхъ элементовъ“.



Звѣзды третьяго спектральнаго типа болѣе или менѣе красноваты. Очевидно, вслѣдствіе долгой продолжительности ихъ излученія, т. е., вслѣдствіе ихъ возраста, ихъ температура уже значительно понизилась. Поэтому здѣсь стали возможны соединенія веществъ, образующихъ ихъ раскаленные атмосферы. Атмосферы эти всегда характеризуются болѣе

или менѣе широкими полосами поглощенія. Поэтому въ спектрахъ этихъ звѣздъ, наряду съ темными линіями, можно замѣтить также и многочисленныя темныя полосы. Болѣе преломляемая часть спектра (т. е., граничащая съ голубымъ цвѣтомъ) необыкновенно слабы. Между вторымъ спектральнымъ классомъ неподвижныхъ звѣздъ и третьимъ можно прослѣдить постепенный переходъ. Переходъ этотъ точно также характеризуется усиленіемъ красноватаго оттѣнка. Такъ, это можно прослѣдить, напр., отъ желтоватой звѣзды α въ Возничемъ къ нѣскольکو болѣе красноватой α въ Волонасѣ, къ еще болѣе красной α въ Тельцѣ вплоть до α въ Оріонѣ. Эта послѣдняя звѣзда самая яркая изъ звѣздъ третьяго типа. *Шейнеръ* получилъ точныя снимки при помощи спектрографа. Онъ доказалъ такимъ путемъ, что спектръ α въ Оріонѣ въ отношеніи главныхъ линій обнаруживаетъ полное сходство съ солнечнымъ спектромъ. Но линіи поглощенія у α въ Оріонѣ сильнѣе и болѣе расплывчаты, нежели въ солнечномъ спектрѣ. Въ первомъ случаѣ линіи сливаются между собой; между тѣмъ какъ во второмъ—онѣ еще отчетливо обособлены. Такимъ образомъ, въ первомъ спектрѣ мы встрѣчаемъ полосы тамъ, гдѣ въ солнечномъ спектрѣ можно еще ясно различать линіи. Приблизительно половина всѣхъ линій въ спектрѣ α въ Оріонѣ принадлежитъ, согласно *Шейнеру*, желѣзу. То же самое наблюдается у звѣздъ втораго типа. Нѣкоторыя линіи на одной сторонѣ оказываются нѣскольکو расплывчатыми. *Фогель* наблюдалъ подобную же расплывчатость рѣзкихъ линій и въ спектрѣ солнечныхъ пятенъ. Такія одностороннія расширения образуются, насколько извѣстно, при химическихъ соединеніяхъ металловъ. Отсюда можно, слѣдовательно, заключать, что температура у звѣздъ третьяго типа значительно ниже, нежели у звѣздъ предшествующихъ классовъ. Въ данномъ случаѣ можно воспользоваться аналогіей съ нашимъ солнцемъ. Можно представить себѣ, что на поверхности звѣздъ третьяго типа имѣются большія, темныя массы, подобныя солнечнымъ пятнамъ. Темныя массы эти то исчезаютъ, то вновь образуются. Дѣйствительно, въ пользу такого предположенія говоритъ и то, что многія звѣзды этого класса обнаруживаютъ неправильныя колебанія въ своей яркости. Поэтому ихъ при-

числяютъ къ переменнымъ звѣздамъ съ неправильнымъ періодомъ. Эти звѣзды за время своего существованія, очевидно, излучили уже наибольшую часть своего тепла. Онѣ значительно ушли уже впередъ по пути къ охлажденію. Въ концѣ концовъ, черезъ много міріадъ лѣтъ, онѣ достигнутъ послѣдней ступени своего развитія. Онѣ вступятъ тогда въ классъ темныхъ звѣздъ, которыя обнаруживаютъ свое существованіе только притяженіемъ массъ. Распредѣленіе звѣздъ по отдѣльнымъ спектральнымъ классамъ еще не установлено точно, такъ какъ далеко еще не всѣ звѣзды изслѣдованы спектроскопически. Однако, одно не подлежитъ уже сомнѣнію, что 1-ый классъ охватываетъ значительно наибольшее число неподвижныхъ звѣздъ, 2-й классъ заключаетъ въ себѣ приблизительно половину, а 3-й едва восьмую часть.

Это неравномерное распредѣленіе отнюдь не можетъ быть случайнымъ. Оно указываетъ, напротивъ, на какую-то общую причину. Но что же это за причина? Или, выразимъ этотъ вопросъ иначе: Почему число звѣздъ становится все меньше, чѣмъ дальше ушло ихъ охлажденіе? На этотъ вопросъ *Шейнеръ* даетъ такой отвѣтъ: „Если видимая для насъ звѣздная система дѣйствительно представляетъ собой небольшой островокъ въ безконечности вселенной, то островокъ этотъ, не взирая на безконечное во времени существованіе вселенной, можетъ, все же, самъ по себѣ проходить извѣстный ходъ развитія. Но отнюдь не необходимо, чтобы всѣ звѣзды приблизительно въ одно и то же время достигали того состоянія, когда вообще можно примѣнять къ нимъ понятіе звѣзды. Напротивъ, продолжительность этого начального для звѣзды состоянія можетъ носить такой же характеръ, какой носить, напр., продолжительность хода развитія звѣзды. Въ теченіе этого времени имѣтъ мѣсто возникновеніе и гибель, тутъ имѣются всѣ промежуточные ступени между тѣмъ и другимъ, и абсолютный возрастъ звѣздъ распредѣленъ случайно. И мы, насколько можно судить объ этомъ, живемъ еще въ этомъ періодѣ. Но то же самое имѣтъ мѣсто и по отношенію къ массѣ звѣздъ. Поэтому относительный возрастъ также распредѣленъ случайно. Такимъ образомъ, всѣ спектральные классы должны были бы встрѣчаться одинаково часто, если бы продолжительность пребы-



ванія въ каждомъ изъ нихъ была одинакова для всѣхъ классовъ. Но этого нѣтъ. То состояніе, когда свѣтило можетъ еще существенно подвергаться дальнѣйшему уплотненію, должно длиться дольше. Вѣдь благодаря этому процессу возмѣщается утерянная въ силу излученія теплота. Тѣмъ самымъ дольше сохраняется болѣе высокая температура.

Но наибольшей способностью къ уплотненію, естественно, обладаютъ наименѣе уплотнившіяся звѣзды, т. е., звѣзды I класса. Затѣмъ слѣдуютъ звѣзды II класса и, наконецъ, звѣзды III класса. Этимъ допущеніемъ хорошо объясняется проявленіе жизни отдѣльныхъ типовъ. На основаніи этого проявленія можно было бы, пожалуй, судить даже объ относительной продолжительности пребыванія въ спектральныхъ классахъ. Мы пришли бы къ такому выводу: звѣзда остается въ I состояніи вдвое дольше, нежели во II, а въ этомъ послѣднемъ—вчетверо дольше, нежели въ III.

Изъ этихъ разсужденій, естественно, слѣдуетъ также, что должны существовать темныя звѣзды. Число ихъ зависитъ отъ того, какъ далеко слѣдуетъ отнести назадъ начало образованія звѣздъ въ нашей звѣздной системѣ. Для выраженія этого можно воспользоваться средней продолжительностью звѣзднаго развитія“.

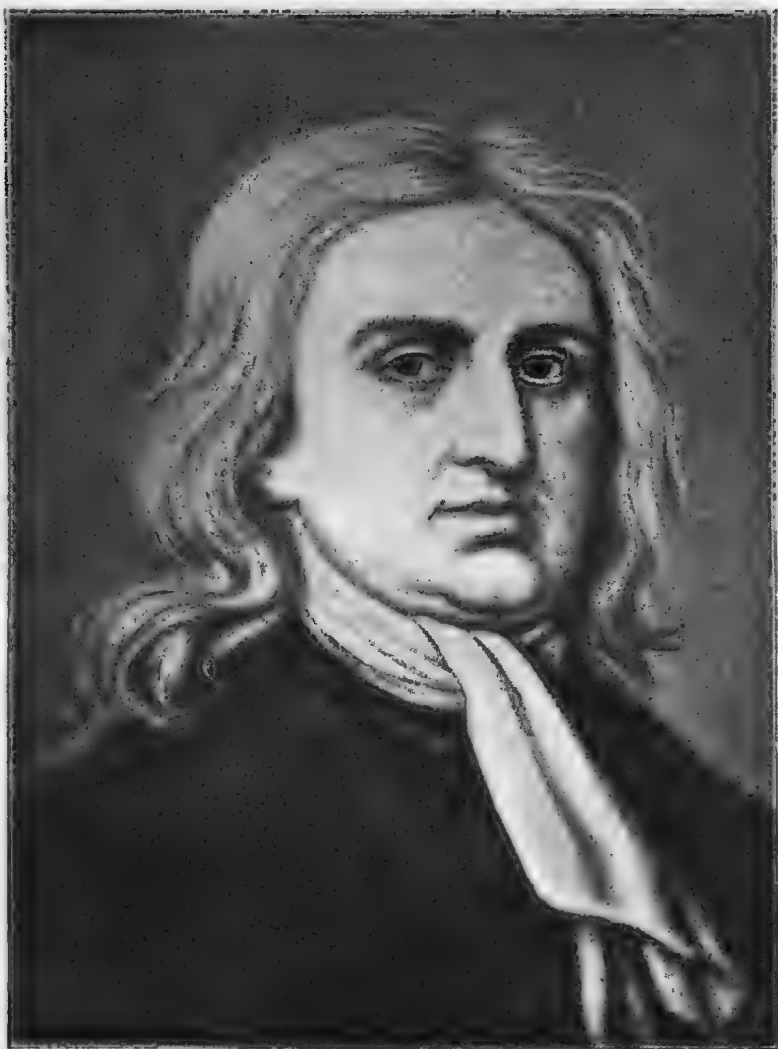
Угасаніе звѣздъ происходитъ, естественно, чрезвычайно медленно и постепенно. Дѣйствительно, убыль свѣта происходитъ постепенно. Прежде, чѣмъ она станетъ замѣтной, долженъ пройти такой долгій рядъ лѣтъ, который можно, несомнѣнно, сравнивать съ геологическими періодами. Поэтому неудивительно, если за тотъ короткій промежутокъ времени, въ теченіе котораго мы изслѣдуемъ звѣздное небо, намъ не удалось установить съ точностью ни одного случая дѣйствительнаго угасанія звѣзды. Правда, иногда мы не находимъ нѣкоторыхъ звѣздъ въ тѣхъ мѣстахъ неба, которые раньше онѣ, несомнѣнно, занимали. Однако, въ такихъ случаяхъ всегда оказывалось, что мы имѣемъ здѣсь дѣло или съ звѣздами переменнѣйшей яркости, или съ планетами, которыя принимались за неподвижныя звѣзды. Представьте себѣ, что въ нашемъ распоряженіи имѣлись бы звѣздныя карты со временъ каменноугольнаго періода. Пусть эти карты, подобно изумительнымъ фотографическимъ снимкамъ звѣздъ послѣд-

нихъ лѣтъ, содержали бы въ себѣ всѣ звѣзды до 15—16 величины. Въ такомъ случаѣ, мы, несомнѣнно, убѣдились бы въ томъ, что нѣкоторыя звѣзды въ настоящее время уже исчезли. Ихъ свѣтъ за этотъ долгій промежутокъ времени настолько долженъ былъ уменьшиться, что мы не въ состояніи уже наблюдать ихъ съ помощью нашихъ инструментовъ.

Въ прежнее время часто утверждали, что нѣкоторыя звѣзды такъ далеко отстоятъ отъ насъ, что ихъ свѣтъ не успѣлъ еще дойти до земли. „Скорость свѣта“ — говоритъ Медлеръ — „есть конечная величина. Отъ начала творенія и до нашихъ дней протекло конечное время. Мы можемъ, слѣдовательно, наблюдать небесныя тѣла лишь на такомъ разстояніи, какое свѣтъ пробѣгаетъ въ это конечное время. Такимъ образомъ въ достаточной мѣрѣ объясняются темныя глубины небеснаго пространства. При такомъ предположеніи онѣ становятся даже необходимыми. Слѣдовательно, совершенно излишне предполагать поглощеніе свѣта. Вмѣсто того, чтобы говорить: свѣтъ *не* достигаетъ *уже* до насъ съ такихъ разстояній, слѣдуетъ сказать: онъ *не* успѣлъ *еще* дойти до насъ“. Но несостоятельность вывода *Медлера* ясна сама собою. Вѣдь нельзя же предположить, что именно наша солнечная система, возрастъ которой исчисляется, несомнѣнно, многими миллионами лѣтъ, создана *раньше* всѣхъ другихъ небесныхъ тѣлъ, а остальные системы созданы значительно позже. *Гершель* допускалъ, что свѣтъ отъ самыхъ отдаленныхъ туманностей, еще видимыхъ въ его телескопъ, достигаетъ земли въ теченіе двухъ миллионовъ лѣтъ. Но нельзя забывать, что эта оцѣнка покоится на допущеніи, что эти туманности суть отдаленныя звѣздныя кучи. Несостоятельность этого допущенія была доказана его собственными позднѣйшими изслѣдованіями и результатами спектральнаго анализа. Изслѣдуя силу телескоповъ, *Гершель* нашелъ, что его 40-футовый рефлекторъ проникаетъ вглубь мірового пространства на 2300 звѣздныхъ разстояній. Одно звѣздное разстояніе, круглымъ числомъ, равняется 20 билліонамъ миль. Это разстояніе свѣтъ пробѣгаетъ въ 16 лѣтъ. Такимъ образомъ, самыя отдаленныя звѣзды, которыя были еще доступны для инструментовъ *Гершеля*, находятся отъ насъ на такомъ

разстояніи, которое лучъ свѣта можетъ пробѣжать лишь въ 37.000 лѣтъ. Однако, и это разстояніе еще слишкомъ велико. *Гершель* при своихъ вычисленіяхъ предполагалъ, что міровое пространство совершенно пусто. Поэтому лучъ свѣта ослабляется лишь въ обратномъ отношеніи къ квадрату разстоянія. Но это предположеніе совершенно ошибочно. Уже *Струве* доказалъ, что при прохожденіи свѣта звѣздъ черезъ небесныя пространства происходитъ значительное его поглощеніе. Что же касается силы 40-футоваго телескопа, то онъ опредѣляетъ ее въ одну шестую долю вычисленной *Гершелемъ* величины. Можно, конечно, не соглашаться со всѣми разсужденіями *Струве*. Можно возражать, напр., противъ его вычисленія количества поглощаемаго въ міровомъ пространствѣ свѣта. Можно принимать въ этомъ случаѣ меньшую величину. Но самый фактъ поглощенія свѣта не подлежитъ никакому сомнѣнію. Вѣдь свѣтъ и теплота распространяются отъ неподвижныхъ звѣздъ вплоть до нашей земли. Уже одинъ этотъ фактъ вынуждаетъ насъ допустить существованіе среды, въ которой совершается это распространеніе.

Допустите теперь, что сфера, въ которой распространяются тепловыя и воздушныя колебанія, совершающіяся въ небесныхъ пространствахъ, дѣйствительно, есть не что иное, какъ очень тонкая матерія, нѣчто въ родѣ вѣсомой жидкости. Въ такомъ случаѣ ясно, что свѣтовые лучи, пробѣгая очень долгіе пути, должны значительно ослабляться или поглощаться. Начиная съ извѣстнаго разстоянія, въ силу этого поглощенія, ни одинъ лучъ не будетъ уже достигать земли. И у насъ нѣтъ никакихъ искусственныхъ средствъ перешагнуть эту границу. На основаніи вычисленій *Струве* находятъ, что телескопъ никогда не сможетъ проникнуть за предѣлы 1000 звѣздныхъ разстояній. Такое разстояніе лучъ свѣта пробѣгаетъ въ 16.000 лѣтъ. Звѣзды, лежащія за этими предѣлами, не существуютъ для насъ. Мы никогда ничего не узнаемъ о нихъ. Но наша земля, несомнѣнно, старѣе. Ея возрастъ превышаетъ даже 16 милліоновъ лѣтъ. Такимъ образомъ, тщетно стали бы мы надѣяться на то, что на небесномъ сводѣ мало-по-малу загорятся новыя звѣзды, свѣтъ которыхъ не успѣлъ еще дойти до насъ съ момента ихъ возникновенія. Напротивъ, нѣкоторыя звѣзды съ теченіемъ



НЬЮТОНЪ.

тысячелѣтій должны становиться все блѣднѣе и блѣднѣе, пока совсѣмъ не исчезнутъ изъ нашихъ взоровъ. Быть можетъ, такое ослабленіе свѣта у нѣкоторыхъ звѣздъ стало уже доступно для нашихъ наблюдений? На этотъ вопросъ трудно отвѣтить. Такъ же, какъ и на вопросъ объ исчезновеніи извѣстныхъ звѣздъ. Но, вѣроятно, этого нѣтъ, такъ какъ наши наблюдения охватываютъ слишкомъ короткій промежутокъ времени.

Правда, на небесномъ сводѣ время отъ времени загораются новыя звѣзды. Иногда эти звѣзды обладаютъ очень значительной яркостью. Но фактъ этотъ нисколько не противорѣчитъ тому, что неподвижныя звѣзды исчезаютъ съ теченіемъ тысячелѣтій. Новыя звѣзды принадлежатъ къ совершенно особенному классу явленій. Онѣ воочію показываютъ намъ, какъ „въ лабораторіи вселенной“ происходитъ „обновленіе“. Такъ выражается въ данномъ случаѣ *Вильямъ Гершель*.

Вспыхиваніе новыхъ звѣздъ—это событіе *исключительное* среди необъятнаго сонма неподвижныхъ звѣздъ. Онѣ приносятъ намъ вѣсть о такихъ фактахъ, которые совершаются за предѣлами обычнаго хода вещей. Большинство новыхъ звѣздъ загорается вблизи Млечнаго Пути. Это обстоятельство навело нѣкоторыхъ изъ древнихъ астрономовъ, въ томъ числѣ и *Тихо Браге*, на мысль, что звѣзды эти образуются благодаря скопленію свѣтящагося туманнаго вещества Млечнаго Пути. Въ 1572 году въ созвѣздіи Кассіопеи вспыхнула новая звѣзда. Описывая это явленіе, *Тихо* замѣчаетъ, что можно даже различить то мѣсто, откуда стянулось свѣтящееся туманное вещество Млечнаго Пути. Но эта гипотеза несостоятельна. Противъ нея говоритъ уже то простое соображеніе, что вѣдь Млечный Путь отнюдь не представляетъ собой туманной массы. Напротивъ, тутъ передъ нами скопленіе безчисленнаго множества телескопическихъ звѣздъ. Но и наблюдения самого *Тихо* надъ этимъ свѣтиломъ показываютъ, что за короткое время въ 15 мѣсяцевъ оно претерпѣло очень большія физическія измѣненія, пока не исчезло окончательно. Вѣдь въ данномъ случаѣ приходится дѣлать такое допущеніе: Вотъ неожиданно загорается звѣзда, она ярко сверкаетъ, горя ослѣпительнымъ бѣлымъ свѣтомъ, ея блескъ превосходитъ блескъ всѣхъ другихъ свѣтилъ. Проходитъ нѣ-

сколько мѣсяцевъ, яркость ея постепенно уменьшается; затѣмъ цвѣтъ ея измѣняется въ желтый, затѣмъ въ красный, и, наконецъ, она исчезаетъ. Мыслимо ли все это? Не правильнѣе ли вообще предположить, что звѣзда эта существовала всегда, а это кратковременное загораніе есть лишь преходящая отличительная ея особенность? Уже *Ньютона* склоненъ былъ отождествлять загораніе новыхъ звѣздъ, это событіе, совершающееся въ глубинахъ небесныхъ пространствъ, съ пожаромъ и разрушеніемъ какого-либо небеснаго тѣла. Ученіе о сохраненіи силы вполнѣ подтвердило эту гипотезу. Уже въ 1848 году *Робертъ Майеръ* утверждалъ, что благодаря столкновенію невидимыхъ до этого двойныхъ звѣздъ могутъ возникать новыя неподвижныя звѣзды, свѣтящіяся лишь короткое время. Если бы луна упала на землю, то, согласно вычисленіямъ, соединенная масса тотчасъ же пришла бы въ раскаленное состояніе, и земля стала бы сіять подобно солнцу. Если бы мы наблюдали это явленіе съ какой-либо неподвижной звѣзды, то оно представилось бы намъ въ видѣ неожиданнаго загоранія солнца. То же самое наблюдаемъ мы при загораніи новыхъ звѣздъ.

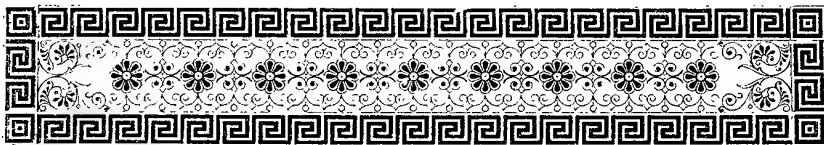
Противъ этого приводили такого рода возраженіе: Допустимъ, что столкнулись двѣ космическія массы, напр., двѣ неподвижныя звѣзды, или что планета упала на неподвижную звѣзду. Въ такомъ случаѣ температура этой новой соединенной массы должна очень сильно повыситься. Это повышеніе должно быть такъ велико, что, несмотря на излученіе, температура въ теченіе немногихъ мѣсяцевъ не могла бы вновь упасть до своего прежняго уровня. Напротивъ, процессъ охлажденія продолжался бы цѣлыя тысячелѣтія. Это возраженіе совершенно правильно. Несомнѣнно, что охлажденіе большихъ небесныхъ тѣлъ можетъ стать замѣтнымъ лишь спустя долгіе промежутки времени. Однако, у, такъ называемыхъ, „новыхъ“ звѣздъ убыль свѣта обнаруживается уже спустя нѣсколько дней. По моему мнѣнію, это уменьшеніе свѣта вызывается не охлажденіемъ вслѣдствіе излученія теплоты. Причина здѣсь иная. Представьте себѣ, что сталкиваются двѣ большія космическія массы, напр., двѣ неподвижныя звѣзды. Въ такомъ случаѣ, тотчасъ же долженъ возникнуть необычайно сильный жаръ.

Если наблюдать это явление съ космическаго разстоянія, то оно должно казаться намъ въ видѣ быстрого усиленія свѣта звѣзды. Вещество обоихъ небесныхъ тѣлъ, вслѣдствіе этого усиленія теплоты, должно будетъ превратиться въ газъ. Другими словами, отдѣльныя частицы вещества стануть удаляться другъ отъ друга и образуютъ туманность. Протяженіе этой туманности зависитъ отъ массы и температуры обѣихъ столкнувшихся звѣздъ. Объемъ ея увеличивается въ миллиарды разъ. Но это расширение превратившагося въ газы вещества не можетъ, конечно, совершиться въ одно мгновеніе. Для этого требуется извѣстное время. А при тѣхъ громадныхъ размѣрахъ, о которыхъ идетъ здѣсь рѣчь, для этого, несомнѣнно, необходимы недѣли и, можетъ быть, даже мѣсяцы. Но въ теченіе этого процесса температура газообразной массы должна упасть, такъ какъ расширение можетъ совершаться только за счетъ теплоты. Паденіе температуры сопровождается уменьшеніемъ силы свѣта. Другими словами, если наблюдать это явление съ какой-либо неподвижной звѣзды, то мы замѣтимъ уменьшеніе яркости „новой“ звѣзды. Такимъ образомъ, согласно только что описанному процессу, превратившееся въ газы вещество не является уже, собственно говоря, звѣздой, а представляетъ собою космическую туманность съ очень слабой яркостью. Этотъ выводъ подтверждается спектроскопическимъ наблюденіемъ надъ новой звѣздой 1877 г. Ея спектръ, въ концѣ концовъ, нисколько не отличался уже отъ спектра планетарной туманности. Можно думать, что эта звѣзда дѣйствительно превратилась въ такую туманность. Вѣроятно, какъ планетарныя, такъ и многія другія туманности суть не что иное, какъ бывшія неподвижныя звѣзды, превратившіяся въ туманности вслѣдствіе столкновенія съ космическими массами. Поэтому-то спектры этихъ космическихъ тѣлъ и не удастся включить въ упомянутые выше типы спектровъ неподвижныхъ звѣздъ. Они образуютъ, какъ это отмѣчаетъ также профессоръ *Пикеринъ*, совершенно особенный, самостоятельный типъ. Этотъ послѣдній не имѣетъ ничего общаго со спектральными типами обыкновенныхъ неподвижныхъ звѣздъ. Итакъ, ничто не мѣшаетъ намъ допустить, что космическія тѣла, образующія этотъ особенный

типъ, суть массы, превратившіяся въ туманность вслѣдствіе столкновенія.

Но такого рода столкновение между небесными тѣлами одной и той же системы происходитъ необходимо по истеченіи достаточно долгаго промежутка времени. Причина этому та, что эфиръ оказываетъ сопротивленіе ихъ движенію вокругъ общаго центра тяжести. Такимъ образомъ, это тонкое вещество, наполняющее небесныя пространства, есть причина гибели самостоятельныхъ міровыхъ тѣлъ. Ниже я покажу также, что оно представляетъ собой ту общую могилу, которая нѣкогда поглотитъ въ своихъ нѣдрахъ всю энергію вселенной.





II.

Прошлое и будущее вселенной.

Паденіе планетныхъ массъ на ихъ центральныя тѣла.—Можетъ ли благодаря этому вся матерія мірового пространства постепенно собраться въ громадныя тѣла?—Стремится ли вселенная къ извѣстному предѣльному состоянію? — Энтропія міра стремится къ максимуму, такъ какъ количество матеріи конечно.—Устройство вселенной таково, словно она была создана высшимъ разумомъ, повелѣвавшимъ неисчерпаемой творческой силой.

Въ предыдущей бесѣдѣ я показатъ коротко, что устройство вселенной, поскольку она доступна для нашихъ чувствъ, отнюдь не есть нѣчто замкнутое въ себѣ, завершенное на всѣ времена. Напротивъ, мы наблюдаемъ въ ней непрестанныя измѣненія. Такъ рушится старая аксіома объ извѣчной неизмѣнности неба. Но тутъ возникаетъ такого рода вопросъ: Вѣдь, можетъ быть, что совершающіяся въ отдѣльныхъ членахъ мірозданія измѣненія, угасаніе и вспыхиваніе звѣздъ, паденіе кометъ и метеоровъ на другія міровыя тѣла, лежащія на ихъ пути, оказываютъ лишь незначительное вліяніе. Не остается ли, въ такомъ случаѣ, все мірозданіе въ цѣломъ въ неизмѣнномъ видѣ? Вопросъ этотъ чрезвычайно важенъ и въ высшей степени интересенъ. Но, само собою разумѣется, что путемъ однихъ только наблюденій его нельзя разрѣшить.

Въ предыдущей бесѣдѣ я упоминалъ о роли ээира. Согласно сказанному ясно, что паденіе планетарныхъ массъ на ихъ центральныя тѣла должно быть удѣломъ всякой неподвижной звѣзды, вокругъ которой обращаются планеты.

Такие случаи имѣли уже мѣсто для отдѣльных звѣздъ въ теченіе историческаго періода. Тутъ необходимо только допустить достаточно долгій промежутокъ времени. Ничто не мѣшаетъ намъ допустить необходимый рядъ тысячелѣтій, цѣлые милліоны лѣтъ. Конечъ всегда будетъ одинъ и тотъ же: гибель планеты, низринувшейся на то солнце, вокругъ котораго она раньше совершала свой путь. Выводъ этотъ одинаково справедливъ для всѣхъ областей видимой вселенной и для всякой солнечной системы въ пространствѣ. Развивая дальше этотъ выводъ, мы найдемъ, что съ теченіемъ времени, по той же самой причинѣ, солнца должны будутъ упасть на другія солнца, и, наконецъ, звѣздныя кучи упадутъ на звѣздныя кучи. Все превратится тогда въ единый хаосъ. А когда снова протечетъ достаточно долгій періодъ времени, хаосъ этотъ долженъ будетъ соединиться съ обломками другихъ звѣздныхъ кучъ. Такъ, *въ концѣ концовъ*, вся матерія мірозданія должна будетъ соединиться въ одно единственное тѣло. Таковъ былъ бы конецъ вселенной. Однако, можно ли признать вѣроятнымъ такой выводъ? Нѣтъ ли такихъ силъ, которыя препятствуютъ этой гибели вселенной? Нѣтъ ли такихъ силъ, которыя изъ развалинъ стараго зданія могутъ воздвигнуть новое? Легко, конечно, допустить существованіе такихъ силъ. Въ особенности склоненъ будетъ допускать это тотъ, кто вмѣстѣ съ *Лейбницемъ* признаетъ міръ, какъ онъ есть, за наилучшій изъ всѣхъ возможныхъ міровъ. А если нельзя будетъ доказать существованія такихъ силъ, то такой человѣкъ возложитъ всѣ свои надежды на всемогущество Божіе, чтобы только спасти міръ отъ гибели. Но такого рода разсужденія не подобаютъ естествоиспытателю. Ничѣмъ нельзя, конечно, доказать, что существующій міръ есть наилучшій изъ всѣхъ мыслимыхъ міровъ. Такой взглядъ есть не болѣе, какъ простая уступка человѣческому тщеславію. А когда ради осуществленія нашихъ излюбленныхъ идей мы прибѣгаемъ къ всемогуществу Божіему, то это служитъ самымъ яркимъ доказательствомъ отсутствія всякихъ основаній. Итакъ, намъ остается одно: необходимо выяснить, нѣтъ ли какихъ-либо общихъ силъ въ природѣ, которыя могли бы предотвратить эту грядущую гибель вселенной.

Скажемъ прямо: до сихъ поръ никто не доказалъ существованія такихъ силъ. Какимъ бы безотраднымъ ни представлялся намъ этотъ выводъ, но одно неоспоримо: условія жизни во вселенной стремятся къ извѣстному предѣльному состоянію, при которомъ не будетъ уже мѣста никакимъ измѣненіямъ. Въ 1851 году *В. Томсонъ* впервые высказалъ основное положеніе: Невозможно съ помощью неодушевленныхъ тѣлъ производить механическое дѣйствіе черезъ какую-либо среду, если ихъ температура ниже самой низкой температуры окружающихъ тѣлъ. Но при всѣхъ превращеніяхъ энергіи, наблюдающихся въ природѣ, одна часть ея всегда переходитъ въ теплоту. А эта послѣдняя, по самой природѣ своей, всегда стремится создать такое равновѣсіе, при которомъ нѣтъ никакихъ тепловыхъ различій. Такимъ образомъ, съ теченіемъ времени всѣ формы энергіи должны уменьшаться, уступая мѣсто совершенно равномѣрному тепловому состоянію. Энергія, слѣдовательно, уменьшается. По выраженію *Томсона*, происходитъ уничтоженіе энергіи; способность производить работу уменьшается въ природѣ, пока не достигнетъ нулевого состоянія. Такъ настанетъ конецъ всѣхъ вещей. Къ такому же выводу пришелъ *Клаузиусъ*. Онъ исходилъ при этомъ изъ второго закона механической теоріи теплоты. Послѣдній гласитъ, что всѣ наблюдающіяся въ природѣ превращенія энергіи въ извѣстномъ направленіи могутъ совершаться сами собой, т. е., безъ затраты энергіи извнѣ. Но въ противоположномъ направленіи они могутъ совершаться лишь въ томъ случаѣ, если одновременно совершающіяся превращенія снова уравниваютъ ихъ въ противоположномъ направленіи. „Часто можно услышать“, говоритъ *Клаузиусъ*, „что во вселенной все охвачено круговоротомъ. Въ то время какъ въ данномъ мѣстѣ и въ данное время совершаются измѣненія одного рода, въ другихъ мѣстахъ и въ другія времена совершаются противоположныя измѣненія. Такимъ образомъ одни и тѣ же состоянія всегда вновь возвращаются, и въ цѣломъ состояніе міра остается неизмѣннымъ. Міръ можетъ вѣчно продолжать свое существованіе одинаковымъ образомъ. Когда былъ установленъ первый законъ механической теоріи теплоты, въ немъ можно было, пожалуй, усмотрѣть серьезное под-

твержденіе этого взгляда. *Гельмгольцъ* сразу же оцѣнилъ общее значеніе этого закона. Примѣняя его въ различныхъ областяхъ физики, онъ тѣмъ самымъ далъ ясное и убѣдительное его доказательство. Онъ назвалъ этотъ законъ въ этомъ наиболѣе широкомъ его значеніи: закономъ сохраненія силы. Пожалуй, было бы цѣлесообразнѣе назвать его: закономъ сохраненія энергіи. Если законъ этотъ долженъ выражать общій основной законъ вселенной, то его можно формулировать такимъ образомъ: одна форма энергіи можетъ, конечно, превращаться въ другую форму энергіи. Но ни одна доля энергіи не утрачивается. Напротивъ, вся, существующая въ мірѣ, энергія такъ же постоянна, какъ постоянно все существующее въ мірѣ количество вещества. Справедливость этого закона не подлежитъ, конечно, никакому сомнѣнію. Дѣйствительно, въ извѣстномъ, очень важномъ отношеніи онъ выражаетъ неизмѣнность вселенной. Однако, ни въ какомъ случаѣ нельзя думать, что онъ слѣдуетъ подтвержденіемъ того взгляда, что вся вселенная пребываетъ въ неизмѣнномъ состояніи и охвачена вѣчнымъ круговоротомъ.

Второй главный законъ механической теоріи теплоты самымъ рѣшительнымъ образомъ противорѣчитъ этому взгляду. Работа, которую въ состояніи выполнять естественныя силы, и которая заключается въ существующихъ движеніяхъ міровыхъ тѣлъ, постепенно будетъ все болѣе и болѣе превращаться въ теплоту. Теплота всегда стремится переходить отъ болѣе теплыхъ тѣлъ къ болѣе холоднымъ тѣламъ. Благодаря этому выравниваются существующія различія въ температурѣ. Такимъ образомъ постепенно будетъ достигаться все болѣе и болѣе равномерное ея распределеніе. Будетъ достигнуто извѣстное равновѣсіе и между находящейся въ эфирѣ лучистой теплотой и теплотой, находящейся въ тѣлахъ. Наконецъ, и по своему молекулярному строенію тѣла приблизятся къ такому состоянію, когда при господствующей температурѣ общее разъединеніе частицъ достигнетъ наибольшихъ размѣровъ. Я попытался выразить весь этотъ процессъ въ видѣ простого закона. Законъ этотъ опредѣленнымъ образомъ характеризуетъ то состояніе, къ которому міръ постепенно прибли-

жается. Я образовалъ величину, которая относительно превращеній представляетъ то же самое, что энергія представляетъ относительно теплоты и работы. Величина эта представляетъ собой сумму всѣхъ превращеній, какія необходимы, для того, чтобы привести какое-либо тѣло или совокупность тѣлъ въ нынѣшнее ихъ состояніе. Эту величину я называлъ *энтропией*. Во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда положительныя превращенія (въ теплоту) больше отрицательныхъ (въ работу), энтропія увеличивается. Слѣдовательно, необходимо принять, что при всѣхъ естественно-историческихъ явленіяхъ общая величина энтропіи можетъ только увеличиваться, а никакъ не уменьшаться. У насъ получается, такимъ образомъ, слѣдующій законъ, который кратко выражаетъ процессъ превращенія, совершающійся повсюду и непрестанно: Энтропія міра стремится къ максимуму. Чѣмъ больше міръ приближается къ этому предѣльному состоянію, въ которомъ энтропія достигаетъ своего максимума, тѣмъ меньше становится поводовъ для дальнѣйшихъ измѣненій. А когда это состояніе будетъ, наконецъ, вполне достигнуто, тогда не будетъ уже мѣста никакимъ дальнѣйшимъ измѣненіямъ. Міръ будетъ находиться тогда въ состояніи мертваго покоя. Правда, нынѣшнее состояніе міра еще очень далеко отъ этого предѣльнаго состоянія. Справедливо также, что вселенная чрезвычайно медленно приближается къ этому состоянію. Всѣ, такъ называемые, историческіе періоды ничтожно малы въ сравненіи съ тѣми громадными временами, какія необходимы для того, чтобы міръ подвергся незначительнымъ измѣненіямъ. Но, все же, полученный нами результатъ чрезвычайно важенъ: мы нашли законъ природы, который даетъ намъ право заключить, что въ мірѣ нѣтъ всеобщаго круговорота; міръ, напротивъ, въ извѣстномъ направленіи измѣняетъ свое состояніе и такимъ образомъ стремится къ предѣльному состоянію“.

Такъ, строгая наука впервые указала законъ природы, который обуславливаетъ конецъ и начало во времени для нашей вселенной. Отнынѣ намъ извѣстенъ уже тотъ патологическій процессъ, который нѣкогда остановитъ бѣженіе пульса вселенной. Съ тѣхъ поръ многіе, и призванные, и непризванные, принимались за рѣшеніе этого вопроса

и высказывали свои мнѣнія о немъ. Но ничто не могло поколебать вывода *Клаузіуса*. Точное изслѣдованіе отвергло мнѣніе объ извѣчномъ существованіи современнаго мірозданія. Настанетъ время,—и часы вселенной стануть недвижимо, и время исчезнетъ въ невѣдомомъ.

Только при одномъ единственномъ условіи описанное предѣльное состояніе вселенной никогда не могло бы наступить. Въ томъ именно случаѣ, если сумма матеріи въ пространствѣ безконечна. Тогда энтропія никогда не могла бы достигнуть максимума, даже если бы она совершалась въ безконечно большомъ числѣ пунктовъ. Но мыслимо-ли допустить безконечность матеріи въ безконечномъ пространствѣ? Я не могу, сознаюсь откровенно, понять необходимости этого. Вѣдь это допущеніе, въ сущности, сводится къ тому, что новая матерія создается непрерывно. Вѣдь, какъ остроумно замѣчаетъ *Гауссъ*, безконечное слѣдуетъ понимать лишь, какъ нѣчто незавершенное. *Ньютонъ* нѣкогда вѣрилъ, что планетная система можетъ существовать лишь въ томъ случаѣ, если время отъ времени будетъ совершаться вмѣшательство Всемогущаго. Съ высшей точки зрѣнія современной физики мы приходимъ въ настоящее время къ такому выводу: вся вселенная послѣ необычайно долгаго промежутка времени должна будетъ погрузиться въ физическую неподвижность и смерть. Такой конецъ можетъ быть предотвращенъ только всемогущей волей, которая непрерывно стала бы творить новую матерію. Тогда сила всей вселенной, словно потокъ, будетъ течь въ безконечность изъ невѣдомаго, таинственнаго источника, который не можетъ изсякнуть.

Но сама эта безконечность, въ свою очередь, есть такое понятіе, передъ которымъ въ безсиліи останавливается человѣческій разумъ. Только въ случаяхъ крайней необходимости должны мы вводить это понятіе въ свои вычисленія. Въ популярныхъ сочиненіяхъ приводятся иногда примѣры очень большихъ чиселъ, съ цѣлю наглядно показать эту противоположность между конечнымъ и безконечнымъ. *Крёнигъ* даетъ такіе примѣры: допустимъ, что $U(1)$ означаетъ, напр., число 1^1 , $U(2)$ —число 2^2 , $U(3)$ —число 3^3 и т. д. Тогда уже $U(10)$ равнялось бы десяти тысячамъ милліонамъ, $U(100)$ равнялось бы числу, которое состоитъ изъ единицы и де-



Кеплеръ.

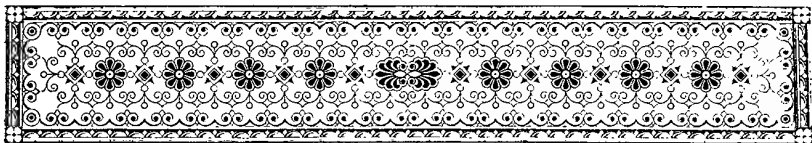
сяти тысячъ нулей. Если эти числа U покажутся еще недостаточно большими, то при помощи, напр., Y можно было бы обозначить такой родъ чиселъ: $Y(2)$ равнялось бы 2^2 или 2×2 , $Y(3)$ равнялось бы $3 \times 3 \times 3$, $Y(4)$ равнялось бы $4 \times 4 \times 4 \times 4$ и такъ далѣе. Тогда $Y(2)$ равняется 4, а $Y(3)$ было бы уже больше 8 билліоновъ. Слѣдующій примѣръ можетъ дать приблизительное представленіе о числѣ $Y(4)$. Возьмемъ прямую линію. Пусть длина ея будетъ такова, что лучъ свѣта, пробѣгающій въ секунду 42.000 миль, могъ бы пробѣгать ее въ квинтилліонъ (число, выражаемое единицей съ тридцатью нулями) лѣтъ. Далѣе, представьте себѣ, что мы описали шаръ, радіусъ котораго равнялся бы этой линіи. Пусть шаръ этотъ наполненъ типографской краской. И вотъ этой краски не хватило бы для отпечатанія самымъ мелкимъ изъ существующихъ шрифтовъ числа $Y(4)$, выраженного въ десятичной системѣ. Таково было бы это число $Y(4)$. Ну, а если бы мнѣ нужно было дать представленіе о числѣ $Y(5)$? Я по-истинѣ не зналъ бы какъ приступить къ дѣлу. Всѣ дальнѣйшія Y еще труднѣе представить себѣ. А вѣдь всѣ эти числа ничтожно малы въ сравненіи съ безконечной величиной.

Такимъ образомъ ясно, что профессоръ *Крёнигъ* отнюдь не склоненъ приписывать вселенной матеріальной безконечности. Онъ убѣжденъ, напротивъ, въ томъ, что матерія хотя и вѣчна, но сумма ея отдѣльныхъ частицъ конечна. Но и допущеніе вѣчнаго, матеріально ограниченного міра, въ свою очередь, наталкивается на трудности. Отсюда съ необходимостью вытекаетъ, что всѣвозможныя группировки атомовъ, если разсматривать ихъ, какъ сочетанія, уже несмѣтное число разъ должны были осуществляться въ теченіе безконечно долгаго времени. Слѣдовательно, и нынѣшняя вселенная уже безконечное число разъ должна была появляться на свѣтъ Божій. *Крёнигъ*, естественно, не придерживается такого взгляда. Онъ меньше всего склоненъ признавать это, такъ какъ принимаетъ выводъ *Клаузіуса* о концѣ міра путемъ выравниванія всѣхъ температурныхъ различій. Онъ думаетъ, что выводъ этотъ вполне вытекаетъ изъ непрестанно совершающейся громадной потери теплоты свѣтиющимися небесными тѣлами, которая переходитъ въ эфиръ.

Такъ, приходимъ мы къ выводу: Нѣтъ ничего иного и большаго, нежели міръ. Помимо міра нѣтъ ничего. Но мы, люди, со своими земными органами, отнюдь не постигаемъ всего содержанія или всѣхъ сторонъ этого существующаго міра. Мы постигаемъ лишь то, что мы въ состояніи схватить своими чувствами и понять своимъ разумомъ. Облеченные браннымъ тѣломъ, мы можемъ познавать только пространственное и временное, поскольку оно является намъ въ формѣ пространства и времени. А отсюда вытекаетъ, что изслѣдованіе наше въ извѣстномъ смыслѣ должно всегда оставаться одностороннимъ.

Однако, несмотря на эту односторонность, мы сознаемъ, все же, что міръ устроенъ такъ, словно его созидалъ Высшій Разумъ, повелѣвавшій неизмѣримой творческой силой. Точно также и величайшіе изслѣдователи всѣхъ временъ, основоположники нашего нынѣшняго естествознанія, признавали существованіе такого Разума. Существованіе такого Разума вытекаетъ съ несомнѣнностью и необходимостью изъ всей совокупности явленій природы. Подобно тому, какъ существованіе силы тяготѣнія въ солнцѣ вытекаетъ изъ движенія планетъ вокругъ него по замкнутымъ путямъ.





III.

Царство туманныхъ пятенъ и ихъ значеніе для развитія звѣздныхъ системъ.

Различныя формы міровыхъ тѣлъ означаютъ различныя ступени развитія отъ простаго къ сложному.—Изслѣдованія Гершеля относительно строенія звѣзднаго міра. Природа и роль Млечнаго Пути во вселенной.—Блѣдныя, безформенныя туманности суть зачаточныя состоянія звѣздныхъ системъ.—Спиральныя туманности, какъ позднѣйшая ступень въ ихъ развитіи.—Примѣненіе фотографіи къ изученію природы: возникновеніе новой міровой систеты.—Образованіе солнечной системы изъ вращающейся туманной массы.

Изучая доступную намъ часть вселенной, мы скоро замѣчаемъ, что небесныя пространства наполнены самыми разнообразными міровыми тѣлами. Вотъ передъ нами планеты, несущіяся вокругъ солнца и получающія отъ него свѣтъ и теплоту. Вотъ, далѣе, кометы, метеоры, безконечно большое число неподвижныхъ звѣздъ, звѣздныя скопленія и туманности. Философское размышленіе тотчасъ же наводитъ на мысль, что здѣсь передъ нами различныя формы развитія, что эти образованія, несущіяся по неизмѣримому міровому пространству, проходятъ въ своемъ развитіи извѣстный круговоротъ. Подробныя изслѣдованія различныхъ тѣлъ подтверждаютъ такой взглядъ. Различная внѣшняя форма указываетъ на различную ступень развитія этихъ небесныхъ тѣлъ. И если мы хотимъ понять ходъ творенія, то нужно попытаться выяснитъ весь этотъ ходъ развитія. Было бы чрезвычайно глупо, если бы мы вздумали въ этомъ случаѣ полагаться на человѣческій опытъ. Въдѣ тамъ, гдѣ дѣло идетъ о возникновеніи и гибели небесныхъ тѣлъ, вся продолжительность

жизни рода человѣческаго есть не болѣе, какъ мимолетное мгновеніе. Намъ остается лишь, въ такомъ случаѣ, изучить всѣ существующія въ міровомъ пространствѣ многочисленныя формы небесныхъ тѣлъ, и изъ того, что есть, постараться понять ходъ и послѣдовательность ихъ развитія. На этотъ путь впервые вступилъ великій изслѣдователь неба *Вильямъ Гершель*. Исходя изъ возвышенныхъ точекъ зрѣнія, онъ стремился открыть въ глубинахъ небснаго пространства такія измѣненія, которыя произошли съ теченіемъ времени въ строеніи звѣзднаго міра. Дѣйствительно, онъ думалъ, что открылъ такія области неба, которыя носятъ на себѣ явные слѣды опустошеній, произведенныхъ временемъ. „Въ созвѣздіи Скорпіона“, говоритъ онъ, „есть одно отверстіе, которое произошло, вѣроятно, отъ этой причины. Я нашелъ это отверстіе, когда изслѣдовалъ параллельную полосу, отстоящую на 112° — 114° отъ сѣвернаго полюса ¹⁾. Число звѣздъ увеличивалось постепенно, по мѣрѣ того, какъ я приближался къ Млечному Пути. Но вдругъ оно сразу упало до нуля. Затѣмъ оно снова увеличилось до 4—13, а вскорѣ послѣ того до 41. Это отверстіе имѣетъ, по крайней мѣрѣ, 4° въ ширину. Но высоты его я еще не опредѣлилъ. Замѣчательно, что одно изъ самыхъ богатыхъ и наиболѣе скученныхъ звѣздныхъ скопленій, какія я когда-либо видалъ, лежитъ какъ разъ на западномъ краю этого отверстія. Можно даже предположить, что звѣзды этого скопленія собрались съ этого мѣста и образовали здѣсь отверстіе. Этотъ взглядъ находитъ себѣ подтвержденіе. То же самое явленіе наблюдается еще разъ у одной звѣздной кучи. Эта послѣдняя точно также лежитъ у западнаго края другого отверстія. Къ сѣверо-западу отъ нея лежитъ, кромѣ того, небольшая группа звѣздъ или легко разложимая туманность съ поперечникомъ въ $2\frac{1}{2}$ минуты.

Обѣ упоминаемая *Гершелемъ* звѣздныя кучи занимаютъ на небѣ слѣдующія положенія (для 1860):

¹⁾ Приемъ *stare gage* *Гершеля*, о которомъ онъ говоритъ здѣсь, есть не что иное, какъ счетъ звѣздъ въ полѣ зрѣнія телескопа. Такимъ путемъ можно опредѣлить среднее число звѣздъ въ различныхъ областяхъ неба, а также протяженіе нашей системы неподвижныхъ звѣздъ въ этихъ направленіяхъ.



Туманность Америка въ Лебедѣ.

	I	II
Прямое восхождение . . .	16 ч. 9 м.	16 ч. 15 м.
Расстояние отъ сѣвернаго полюса	112° 38'	116° 11'

Точно также Млечный Путь указываетъ уже, какъ это отмѣчаетъ *Вильямъ Гершель*, слѣды перемѣнъ и разрушенія. „Если нѣкогда“, замѣчаетъ великій изслѣдователь неба, „Млечный Путь состоялъ изъ равномѣрно разсѣянныхъ звѣздъ, то въ настоящее время, какъ показываетъ наблюденіе, этого уже нѣтъ. Въ ясную ночь въ полосѣ Млечнаго Пути между созвѣздіями Стрѣльца и Персея можно различить не меньше 18 различныхъ оттѣнковъ мерцающаго свѣта. По своему внѣшнему виду мѣста эти напоминаютъ большія, легко разложимыя туманности. Помимо этихъ общихъ подраздѣленій, нѣкоторые наблюденія позволяютъ предполагать распаденіе Млечнаго Пути на меньшія части. Это является неизбѣжнымъ результатомъ той силы, которая образуетъ скопленія. Сила эта возникаетъ изъ преобладающихъ въ данной области притяженій. Я указалъ 157 звѣздныхъ кучъ, лежащихъ въ Млечномъ Пути. Сюда нужно присоединить еще 68. Онѣ лежатъ въ менѣе богатыхъ частяхъ, или, какъ ихъ можно также назвать, въ исчезающихъ краяхъ Млечнаго Пути. Дѣйствительно, это неизмѣримое скопленіе звѣздъ отнюдь не обрывается сразу, какъ это обыкновенно изображаютъ небесныя карты. Напротивъ, Млечный Путь исчезаетъ изъ глазъ постепенно, по мѣрѣ того, какъ звѣздъ становится все меньше и меньше, и мерцаніе ихъ все болѣе ослабѣваетъ. Звѣзды Млечнаго Пути непрестанно подвергаются воздѣйствію силы, которая непреодолимо собираетъ ихъ въ группы. Поэтому не можетъ подлежать сомнѣнію, что постепенно онѣ все болѣе и болѣе сближаются, достигая такимъ образомъ настоящаго сгущиванія. Въ концѣ концовъ, онѣ достигаютъ того состоянія, которое можно назвать періодомъ зрѣлости: онѣ принимаютъ шарообразную форму и становятся совершенно обособленными. Такъ, Млечный Путь съ теченіемъ времени долженъ распасться на части, тогда онъ не будетъ уже скопленіемъ разсѣянныхъ звѣздъ. Но мы мо-

жемъ сдѣлать еще одинъ важный выводъ изъ этого постепеннаго разложенія Млечнаго Пути. То состояніе, въ которомъ находится въ настоящее время Млечный Путь, благодаря непрестанному дѣйствію силы, образующей кучи, служить своего рода хронометромъ: оно позволяетъ намъ судить о его прошломъ и будущемъ. Правда, мы не знаемъ хода этого таинственного хронометра. Но вѣдь распаденіе Млечнаго Пути на отдѣльныя части служить доказательствомъ того, что онъ не можетъ существовать вѣчно. Точно также оно доказываетъ, съ другой стороны, что Млечный Путь существуетъ не отъ вѣчности“. Самый поразительный примѣръ стремленія звѣздъ къ сгущиванію и распаденія Млечнаго Пути на нѣсколько обособленныхъ частей можно наблюдать, согласно *Вильяму Гершелю*, между звѣздами β и γ въ Лебедѣ. Здѣсь образованіе кучъ совершается въ двухъ различныхъ направленіяхъ. Согласно вычисленію, покоящемуся на наблюденіяхъ надъ числомъ звѣздъ въ различныхъ поляхъ зрѣнія телескопа (т. е., слѣдовательно, на указанномъ выше приѣмѣ *stare gage*), здѣсь на пространствѣ шириной въ 5° разсѣяно болѣе 331.000 звѣздъ. Изъ нихъ одна половина тянется въ одну сторону, другая—въ другую.

Но этотъ величественный взглядъ не свободенъ, конечно, отъ возраженій. Вѣдь мы знаемъ только оптическое распредѣленіе этихъ звѣздъ по небесному своду, т. е., ихъ *кажущуюся* группировку, какъ она представляется на далекомъ разстояніи, съ земли. Въ отдѣльности мы не знаемъ ничего вполне достовѣрнаго объ ихъ взаимномъ положеніи въ пространствѣ. Нѣкоторые изслѣдованія, на которыхъ я не могу здѣсь ближе останавливаться (подробныя свѣдѣнія о нихъ читатель можетъ найти во второй части моего „*Handbuch der allgemeinen Himmelsbeschreibung*“, Braunschweig 1872), приводятъ къ заключенію, что взгляды *Вильяма Гершеля* относительно строенія Млечнаго Пути нельзя признать состоятельными. Да и самъ великій астрономъ передъ своею смертію совершенно отказался отъ этихъ взглядовъ. Онъ пришелъ къ выводу, что Млечный Путь представляетъ для насъ непостижимую загадку. Мои собственныя изслѣдованія привели меня къ тому результату, что во вселенной, насколько простирается нашъ вооруженный взоръ, суще-

ствуесть *одинъ* только Млечный Путь. Тѣ кольцообразныя туманности, въ которыхъ нѣкоторыя астрономы склонны были усматривать нѣчто аналогичное нашему Млечному Пути, оказываются рядомъ съ нимъ совершенно ничтожными по своей величинѣ и значенію. Чтобы уяснить себѣ положеніе Млечнаго Пути во вселенной, необходимо вспомнить, что въ нашей планетной системѣ есть средняя плоскость, вблизи которой сосредоточены пути планетъ. Въ качествѣ такой плоскости можно разсматривать плоскость солнечнаго экватора. И вотъ совершенно такое же значеніе имѣетъ другая плоскость для звѣздныхъ системъ. Эти послѣднія въ большинствѣ случаевъ имѣютъ шарообразную или эллиптическую форму, и сосредоточены онѣ поблизости нѣкоторой средней плоскости. Эта плоскость именно поэтому представляется намъ плоскостью Млечнаго Пути. Кольцообразная форма есть лишь оптическій обманъ. Она вызывается расположеніемъ чрезвычайно большого числа звѣздныхъ скопленій и звѣздныхъ группъ въ указанной плоскости. Къ одному изъ этихъ звѣздныхъ скопленій принадлежитъ солнце, а также и то звѣздное небо, которое по ночамъ разстилается надъ нашими головами. На далекомъ разстояніи въ небесномъ пространствѣ мы видимъ другія звѣздныя скопленія. Оптически намъ кажется, словно онѣ расположены позади другъ друга. Словно туманная полоса, охватываютъ онѣ небо въ видѣ громаднѣйшаго круга. Словно листья на поверхности пруда, плаваютъ цѣлыя звѣздныя системы по той поверхности, которая представляется намъ плоскостью Млечнаго Пути. Понятно теперь, почему это громадное скопленіе даже въ сильнѣйшіе телескопы должно представляться намъ недоступнымъ. Понятно также, почему мы ничего не можемъ знать о внѣшней границѣ этого звѣзднаго кольца. Расхожденіе звѣздныхъ скопленій, о которомъ упоминаетъ *Вильямъ Гершель*, весьма вѣроятно, есть лишь кажущееся явленіе. Оно порождается тѣмъ, что какъ указанные звѣздные рои, такъ и та куча неподвижныхъ звѣздъ, къ которой мы сами принадлежимъ, обладаютъ собственнымъ движеніемъ въ пространствѣ. Расхожденіе звѣздныхъ кучъ на небесномъ сводѣ порождается для нашихъ взоровъ *исключительно* этимъ обстоятельствомъ, а не обуславливается силами, приводящими къ

образованію кучъ. Если бы наши наблюденія охватывали многія милліоны лѣтъ, то мы, несомнѣнно, гораздо основательнѣе и точнѣе могли бы судить обо всѣхъ этихъ явленіяхъ. Мы въ большей мѣрѣ уяснили бы себѣ тогда и тѣ великіе законы, по которымъ совершаются эти явленія. А вѣдь жизнь наша словно краткое мгновеніе. Да и самое изслѣдованіе глубинъ небеснаго пространства началось чуть ли не со вчерашняго дня. На основаніи дѣйствительно наблюдавшихся измѣненій въ строеніи и въ расположеніи звѣздныхъ кучъ мы не сможемъ выяснитъ тѣхъ законовъ, по которымъ совершаются эти измѣненія. Мы не сможемъ сдѣлать никакихъ выводовъ относительно образованія и исторіи мірозданія. Въ виду этого, *Вильямъ Гершель* съ поразительнымъ остроуміемъ впервые указалъ новый путь. Только такъ можно надѣяться приблизиться нѣсколько на основаніи прямыхъ наблюденій къ разрѣшенію той необъятнѣйшей задачи, какая только можетъ возникнуть передъ чело-вѣческимъ духомъ. Путь этотъ заключается въ сравнительномъ, критическомъ изслѣдованіи одновременно существующихъ формъ. А отсюда легко уже сдѣлать тѣ или иные выводы относительно исторіи образованія и развитія міровыхъ системъ. Этотъ способъ изучать небо, говоритъ самъ *Гершель*, повидимому, бросаетъ новый свѣтъ на небесныя явленія. Небо похоже на роскошный садъ, на отдѣльныхъ грядахъ котораго мы находимъ богатое разнообразіе растений. Это сравненіе очень полезно для насъ: своимъ опытомъ мы какъ бы охватываемъ, такимъ образомъ, неизмѣримые періоды времени. Продолжимъ это сравненіе, заимствованное изъ міра растений. Вотъ передъ нами растеніе, которое мы хотѣли бы изучить. Намъ понадобилось бы много времени, если бы мы вздумали изучать его постепенно, по мѣрѣ того, какъ оно стало бы проростать, покрываться листьями, цвѣсти, приносить плоды, увядать, засыхать и истлѣвать. Иное, конечно, дѣло, если мы можемъ одновременно наблюдать массу экземпляровъ этого растенія на каждой изъ ступеней его развитія.

Ясно, что при такого рода изслѣдованіяхъ легко впасть въ серьезные ошибки, которыя могутъ значительно подорвать правильность сдѣланныхъ выводовъ. Построенія *Гер-*

шеля не избѣгли этой участи. Этотъ великій и остроумный человѣкъ не разъ за свою жизнь серьезно измѣнялъ свои взгляды на строеніе и исторію развитія небесныхъ тѣлъ. Богѣе того. На закатѣ дней своихъ онъ долженъ былъ совершенно отказаться отъ своихъ болѣе раннихъ взглядовъ на роль Млечнаго Пути во вселенной. Вспомните о физическомъ ничтожествѣ человѣка и о его преходящемъ существованіи. Вѣдь обитатель земли прикованъ къ небольшой планетѣ, которая даже за цѣлыя тысячелѣтія лишь незначительно измѣняетъ свое мѣсто въ сравненіи съ размѣрами видимой для насъ части міра. Когда подумаешь объ этомъ, то невольно начинаешь сильно сомнѣваться въ успѣхахъ всѣхъ нашихъ изслѣдованій. Вѣдь при этихъ изслѣдованіяхъ цѣлыя солнечныя системы съ ихъ безчисленными планетами и кометами едва-ли могутъ притязать на большее значеніе, нежели одна песчинка въ необъятной пустынѣ. Да, намъ приходится въ этомъ случаѣ имѣть дѣло съ громаднѣйшими отношеніями, предметомъ нашихъ наблюденій и выводовъ являются необъятныя пространства, безчисленное количество міровыхъ тѣлъ и необозримые періоды времени! Но это обстоятельство ничего не измѣняетъ въ данномъ случаѣ. Изученіе развитія неподвижныхъ звѣздъ остается, все же, научной задачей. Миѳу нѣтъ мѣста въ рамкахъ естествознанія. Конечно, въ лучшемъ случаѣ, мы можемъ придти здѣсь лишь къ общимъ точкамъ зрѣнія, мы можемъ получить лишь общее представленіе о томъ, какъ возникли системы небесныхъ тѣлъ, предносящіяся нашему испытующему взору. Но какія величественныя перспективы открываются здѣсь передъ нашимъ духовнымъ взоромъ! Вѣдь съ совершенно иными мыслями созерцаемъ мы теперь ночное небо и дивный звѣздный коверъ, разстилающійся въ ясную ночь надъ нашими головами. Мы прозрѣваемъ своею мыслью, какъ всѣ системы небесныхъ тѣлъ, видимыя въ наши самые сильныя телескопы, развиваются съ теченіемъ времени и снова погружаются въ мракъ небытія, дабы дать мѣсто новымъ образованіямъ. Вѣдь нашъ разумъ говоритъ намъ, что вотъ пронесется долгое-долгое время,—и весь небесный сводъ со всѣми своими солнцами, звѣздными роями и туманностями превратится въ новыя образованія. Нѣкогда не было того

Млечнаго Пути какой нынѣ охватываетъ небесный сводъ нѣжно-мерцающей дугой. Настанетъ время, когда Млечнаго Пути уже не будетъ. Тогда передъ взорами мыслящаго существа на ночномъ небосклонѣ будетъ красоваться, быть можетъ, иной Млечный Путь, составленный изъ иныхъ звѣздъ и звѣздныхъ роевъ. Конечно, между этими, глубоко отличными состояніями должны протечь такіе громадныя промежутки времени, обнять которые не въ состояніи полетѣть самой пылкой фантазіи, и человѣческій умъ никогда не сможетъ ни опредѣлить, ни вычислить ихъ.

Старшій *Гершель* настойчиво указывалъ, что въ большихъ, блѣдныхъ, безформенныхъ туманностяхъ слѣдуетъ усматривать зачаточныя состоянія солнечныхъ системъ, а, быть можетъ, и звѣздныхъ кучъ. Эти туманныя массы оказываются, такимъ образомъ, самыми юными образованіями въ ряду формъ, наблюдающихся въ небесныхъ пространствахъ. Ихъ нѣжность, безформенность и слабый свѣтъ склонили великаго изслѣдователя къ мысли, что вещество туманныхъ пятенъ отличается чрезвычайной тонкостью, т. е., что оно обладаетъ необычайно малой плотностью. Чтобы составить себѣ представленіе о нѣжности этого туманнаго вещества, необходимо вспомнить, что въ длину и ширину оно покрываетъ чрезвычайно большія пространства, не уступающія по своей видимой величинѣ размѣрамъ луннаго диска. Третье измѣреніе, глубина или толщина слоя, точно также должно быть значительно. И, несмотря на то, эти туманности свѣтятся необычайно слабо. Этой чрезвычайной нѣжности вещества соответствуетъ и ея безформенность. Представьте себѣ, что вещество расцѣлосъ равномерно на чрезвычайно маленькія частицы, принявшія газообразную форму, и разсѣялось по громадному пространству. Въ такомъ случаѣ ясно, что дѣйствіе взаимнаго притяженія отдѣльных молекулъ должно быть несравненно болѣе медленнымъ, нежели при болѣе грубомъ разсѣяніи вещества. Безформенныя, громадныя, необычайно блѣдныя туманности, какъ мы уже говорили, представляютъ собой, вѣроятно, самыя юныя образованія вселенной. И, все же, возрастъ ихъ достигаетъ, навѣрное, многихъ милліоновъ лѣтъ. Другими словами, уже многіе милліоны лѣтъ пребываютъ онѣ въ томъ зачаточномъ

состояніи, въ какомъ мы видимъ ихъ въ настоящее время. Только благодаря спектральному анализу удалось получить точныя свѣдѣнія о дѣйствительной природѣ, т. е., о химиче-



Безформенная туманность въ созвѣздіи Золотой Рыбы.

По Дж. Гершелю.

скомъ составѣ этихъ туманныхъ массъ. Сравнительное изслѣдованіе этихъ образованій при помощи сильныхъ телескоповъ дало, конечно, возможность выяснить только ихъ общія

физическія свойства. Но если сопоставить эти свойства съ результатами спектральнаго анализа, то можно придти къ дальнѣйшимъ важнымъ выводамъ. *Гешинс* впервые подвергъ анализу свѣтъ нѣкоторыхъ туманностей. Онъ выяснилъ такимъ образомъ, что эти туманные массы представляютъ собой громадное скопленіе раскаленнаго газа, въ которомъ главную роль играютъ водородъ и азотъ. Дальнѣйшія изслѣдованія показали, что температура этихъ туманныхъ массъ низка въ сравненіи съ температурой солнца, а плотность ихъ необычайно мала. Но туманности, изслѣдованныя спектроскопически, принадлежатъ къ *болѣе яркимъ* предметамъ этого рода, т. е., къ тѣмъ, которые достигли уже извѣстной степени сгущенія. Поэтому тѣ громадныя разсѣянныя туманности, которыя *Гершель* наблюдалъ въ свой 40-футовый телескопъ лишь въ видѣ необычайно слабаго мерцанія, должны обладать необычайно ничтожной плотностью. Впервые изслѣдованная *Гешинсомъ* въ августѣ 1864 г. туманность (въ общемъ каталогѣ *Гершеля* она обозначена подъ № 4374) принадлежитъ къ числу самыхъ яркихъ и довольно большихъ образцовъ этого рода. Она имѣетъ неправильную круглую форму. Ея мѣсто на небесномъ сводѣ для 1860 г.:

Прямое восхожденіе. 17 ч. 59 м.
 Расстояніе отъ сѣвернаго полюса . 115° 1'

Эта туманность достигла уже довольно развитого состоянія. Вѣроятно, прошло много миллионовъ лѣтъ, прежде чѣмъ ея вещество сгустилось до своего теперешняго состоянія, благодаря взаимному притяженію и излученію. Но было бы ошибкой предполагать, что всякая разсѣянная туманная масса стягивается въ одну единственную болѣе яркую туманность. Напротивъ, въ большинствѣ случаевъ вещество это, вѣроятно, распадается на нѣсколько кусковъ, такъ какъ въ ея различныхъ мѣстахъ съ теченіемъ времени образуются отдѣльные центры тяготѣнія. Уже старшій *Гершель* замѣчаетъ, что наибольшее число туманностей расположено слоями или скопленіями. Въ своемъ первомъ трудѣ о строеніи неба онъ обращаетъ вниманіе на одну чрезвычайно богатую группу туманностей. Въ теченіе 36 минутъ черезъ поле зрѣнія его телескопа пронеслось по голубому небесному своду не

менѣе 31 новыхъ туманностей. Разъ первоначальная туманная масса распалась на различные куски съ соотвѣтствующими центрами тяготѣнія, то вполне понятно, что куски эти должны обладать извѣстными боковыми движеніями. Въдь иначе они низринутись бы другъ на друга и соединились бы вокругъ общаго центра всей системы. Но такъ какъ этого нѣтъ, то боковое, тангенціальное движеніе отдѣльныхъ группъ туманностей въ общей группѣ, несомнѣнно, существуетъ. Будемъ считать отдѣльными туманными массами только тѣ образованія этого рода, которыя чрезвычайно сближены между собою, такъ что въ каталогахъ онѣ обозначаются, какъ двойныя и кратныя туманности. Даже въ этомъ случаѣ мы получимъ большое число туманныхъ системъ. Во всѣхъ этихъ образованіяхъ должно, слѣдовательно, имѣть мѣсто движеніе вокругъ общаго центра. Но пока мы не можемъ еще отмѣтить этого въ своихъ наблюденіяхъ.

Особенно замѣчательны *спиральныя туманности*. Онѣ были открыты впервые лордомъ *Россомъ* при помощи очень сильнаго зеркальнаго телескопа. Первую спиральную туманность *Росса* открылъ весной 1845 г. Сэръ *Джонъ Гершель* наблюдалъ эту туманность въ менѣе сильные телескопы. Онъ описалъ ее, какъ шарообразное туманное пятно, охваченное далеко отстоящимъ свѣтлымъ кольцомъ. Туманное пятно № 4964 большого *гершелевскаго* каталога (прямое восхождение 23 ч. 19 м., разстояніе отъ сѣвернаго полюса $48^{\circ} 14'$ для 1860 г.) старшій *Гершель* наблюдалъ 6 октября 1784 г. въ семифутовый рефлекторъ. Онъ описалъ его въ видѣ яркаго, круглаго, отчетливо отграниченнаго планетарнаго диска $15''$ въ поперечникѣ. По позднѣйшимъ наблюденіямъ *Ласселя* и *Росса* оно представляетъ переходную ступень къ спиральнымъ туманностямъ. *Гейнса* нашелъ, что спектръ его состоитъ изъ четырехъ свѣтлыхъ линій, которыя доказываютъ присутствіе раскаленнаго азота и водорода. Все строеніе этого класса туманностей указываетъ на то, что эти замѣчательныя міровыя тѣла находятся въ состояніи величественныхъ переворотовъ. Громадные потоки раскаленной матеріи различной плотности и различной величины низвергаются въ видѣ спиралей на центральную массу, производя вихревыя

и вращательныя движенія. Чтобы дать представленіе о размѣрахъ этихъ процессовъ, возьмемъ такой примѣръ. Допустимъ, что наша солнечная система превратилась въ раскаленный газъ, и всѣ эти газообразные потоки низринулись въ видѣ самыхъ прихотливыхъ вихревыхъ спиралей на центральную массу. И вотъ описанные выше процессы въ туманностяхъ во много разъ превосходятъ эти послѣднія явленія.



Спиральная туманность въ созвѣздіи Гончихъ Собакъ.

Къ наиболѣе извѣстнымъ спиральнымъ туманностямъ принадлежитъ спиральная туманность въ созвѣздіи Гончихъ Собакъ. Ее можно наблюдать въ видѣ туманнаго пятнышка уже съ помощью простаго бинокля, приблизительно на 3 къ югу отъ звѣзды η въ Большой Медвѣдицѣ. Ея мѣсто на небѣ опредѣляется такъ: прямое восхожденіе 13 ч. 24 м.,

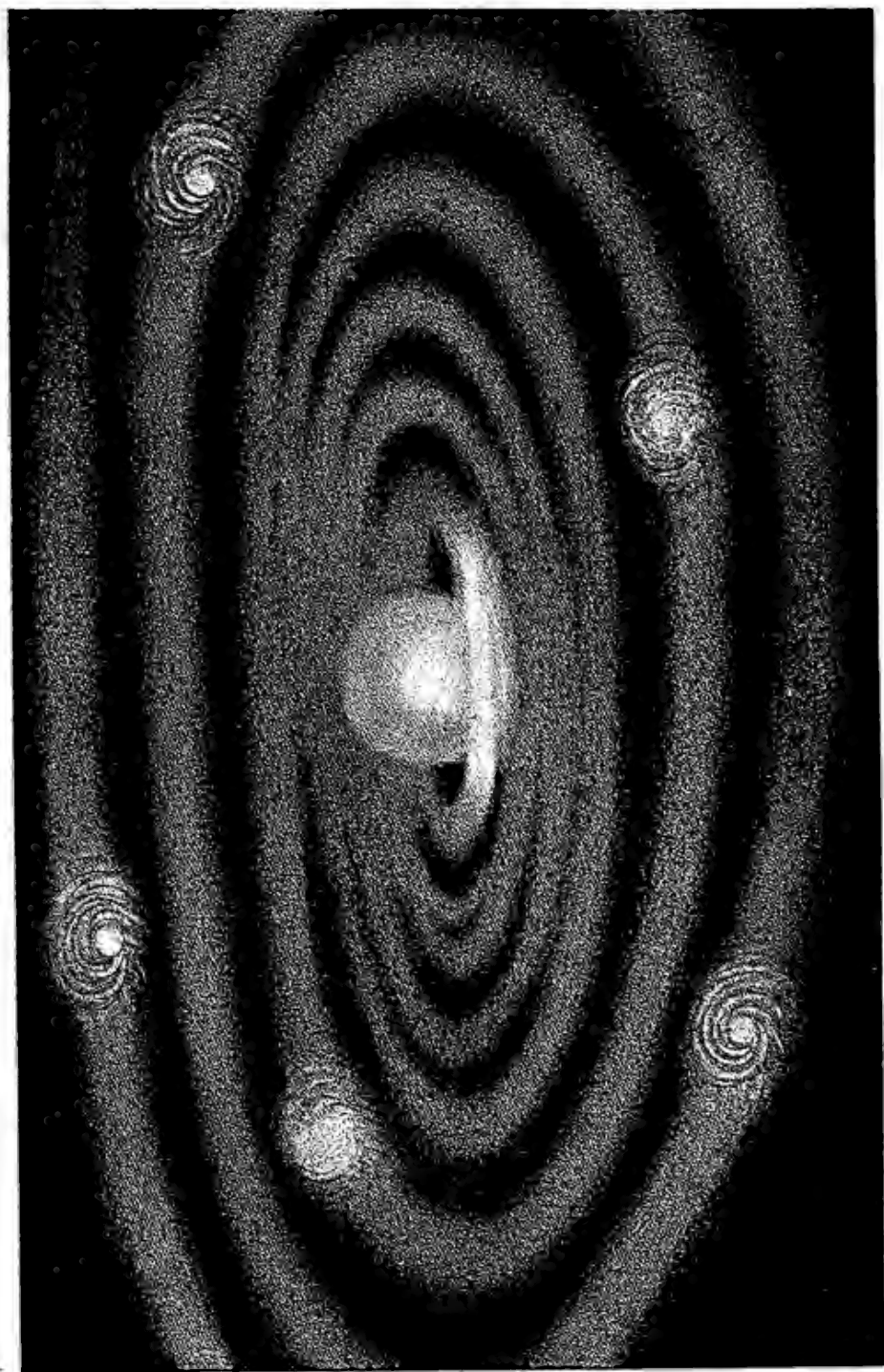
склоненіе къ сѣверу $47^{\circ} 52'$. Эта туманность была открыта *Мессье* 13 октября 1773 г. Онъ описалъ ее, какъ совершенно лишенную звѣздъ. По его словамъ, ее лишь съ трудомъ можно было замѣтить въ телескомъ съ фокуснымъ разстояніемъ въ $3\frac{1}{2}$ фута. *Мессье* нашелъ ее двойной, съ блестящимъ центромъ, она имѣла въ поперечникѣ $4\frac{1}{2}'$. *В. Гершель* могъ лучше разсмотрѣть эту туманность. Онъ описываетъ ее круглой и свѣтлой, она была окружена кольцомъ, а на нѣкоторомъ разстояніи находилась другая туманность. Лордъ *Россъ* благодаря своему исполинскому телескопу окончательно установилъ ея форму: она имѣетъ видъ свѣтящейся спирали, видъ перевитого каната, напоминающаго улитку.

Впослѣдствіи фотографія подтвердила это описаніе. Она показываетъ, что въ общемъ характеръ туманности былъ правильно указанъ *Россомъ*. Мы упоминали выше о планетарной туманности въ Драконѣ (№ 4374), свѣтъ которой впервые былъ изслѣдованъ *Геринсомъ*. Недавно она снова была изслѣдована проф. *Хольденомъ* при помощи исполинскаго рефрактора Ликовской обсерваторіи. Въ данномъ случаѣ было примѣнено увеличеніе въ 270—2000 разъ, и даже еще выше. Получилось поразительно отчетливое изображеніе. Эта туманность, согласно наблюденіямъ Ликовской обсерваторіи, несомнѣнно, состоитъ изъ колецъ, расположенныхъ другъ надъ другомъ въ видѣ спирали. Точно также и распредѣленіе болѣе блѣдныхъ частей туманности въ этомъ образованіи нисколько не противорѣчитъ такому допущенію. Дѣйствительно, легко представить себѣ, что вся туманность имѣетъ цилиндрическую форму, и что самыя яркія части обвиваютъ наружную поверхность этого цилиндра въ видѣ спирали. Такъ называемая, планетарная туманность въ Водолеѣ (№ 4628—прям. восх. 20 ч. 57 м., склоненіе къ югу $11^{\circ} 52'$) точно также обладаетъ, согласно наблюденіямъ Ликовской обсерваторіи, болѣе свѣтлыми извивами. Извивы эти указываютъ на извѣстное сходство съ туманностью въ Драконѣ. Такихъ туманныхъ пятенъ наблюдалось еще нѣсколько. Число ихъ все увеличивается по мѣрѣ того, какъ примѣняются болѣе сильные инструменты. Въ высшей степени вѣроятно, что они представляютъ собой извѣстную ступень въ процессѣ образованія міровъ. Въ данномъ случаѣ

передъ нами очень сильное приближеніе къ тому состоянію, какое мы наблюдаемъ у собственныхъ солнечныхъ системъ. Вещество уже охвачено здѣсь вращательнымъ движеніемъ. Въ соединеніи съ непрерывно дѣйствующей силой тяжести это движеніе должно привести, въ концѣ концовъ, къ возникновенію шарообразныхъ міровыхъ тѣлъ, образующихся вокругъ общаго центра.

Кантъ и *Лапласъ* изслѣдовали ближе тѣ условія, при которыхъ изъ вращающейся туманной массы можетъ возникнуть солнечная система, подобная нашей. Прямо изумительно, какими простыми средствами природа создаетъ замѣчательнѣйшія образованія, существующія многія міриады лѣтъ. Шарообразная туманность, ея вращеніе вокругъ своей оси, сжатіе благодаря излученію—вотъ тѣ средства, при помощи которыхъ природа создаетъ солнечную систему! Шарообразная туманность возникаетъ съ теченіемъ времени благодаря силѣ тяготѣнія изъ безформенной туманной массы. Вращеніе развивается вслѣдствіе низвергающихся по направленію къ центру потоковъ туманностей, какъ это наблюдается у спиральныхъ туманностей, и вслѣдствіе неравномѣрнаго излученія въ различныхъ направленіяхъ. Сжатіе при охлажденіи есть общее физическое свойство матеріи. Природа изумляетъ насъ въ большинствѣ случаевъ простотою тѣхъ средствъ, съ помощью которыхъ она достигаетъ своихъ цѣлей. Впрочемъ, еще не такъ давно эта теорія образованія міра признавалась лишь простой гипотезой. Правда, говорили, она очень остроумна и довольно хорошо объясняетъ явленія. Но, все же, это не болѣе какъ гипотеза. Даже *Лапласъ*, именемъ котораго теорія эта въ большинствѣ случаевъ называется, повидимому, не вполне ясно сознавалъ все ея значеніе. Дѣйствительно, онъ лишь мнмоходомъ останавливается спеціально на этой теоріи. А въ послѣдствіи онъ никогда снова не возвращался къ ней.

Въ послѣдніе годы фотографія дала такого рода доказательство этой теоріи, о какомъ раньше никто не помышлялъ. Въ созвѣздіи Андромеды находится туманное пятно, которое въ ясныя ночи можно различить даже простымъ глазомъ. Оно кажется тогда слабо мерцающей звѣздочкой. Уже въ X столѣтіи объ этой туманной звѣздѣ упоминаетъ



Происхождение солнечной системы по Канту и Лапласу.

персидскій астрономъ *Суфи*. Въ западныхъ странахъ ее впервые наблюдать 15 декабря 1612 года *Симонъ Маріусъ*. Позднѣйшіе наблюдатели до *Гершеля* замѣтили только, что туманность эта имѣетъ продолговатый видъ, и что она ярче всего въ серединѣ. *Вильямъ Гершель* думалъ, что среднюю часть можно разложить на отдѣльныя звѣзды. Въ 1848 году *Бондъ* изслѣдовалъ туманность съ помощью 15-дюймоваго рефрактора въ Кембриджѣ въ Сѣверной Америкѣ. Онъ насчиталъ въ ея предѣлахъ около 1500 звѣздочекъ. Но туманное очертаніе туманности оставалось попрежнему. Поэтому онъ полагалъ, что туманность эта можетъ быть разложена, т. е., что она состоитъ изъ звѣздъ безъ настоящаго туманаго вещества. Черезъ всю туманность тянулись двѣ темныя полосы, какъ бы два разрыва. Эти разрывы видѣли будто бы и позднѣйшіе наблюдатели. Какъ бы тамъ ни было, во всякомъ случаѣ, спектроскопъ показатъ, что эта туманность обладаетъ непрерывнымъ спектромъ, подобно неподвижнымъ звѣздамъ. Но спектръ газообразныхъ туманностей всегда состоитъ изъ нѣсколькихъ свѣтлыхъ линий. Отсюда слѣдуетъ, что туманность въ Андромедѣ въ дѣйствительности представляетъ собой звѣздную кучу. Эта послѣдняя кажется намъ въ видѣ туманности лишь благодаря своему громадному разстоянію отъ насъ. Въ концѣ августа 1885 года вблизи центра туманности неожиданно показалась довольно яркая неподвижная звѣзда. Ее можно было наблюдать въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ. Наконецъ, она снова исчезла. Дѣйствительно ли эта звѣзда была связана съ туманностью, или же она просто находилась въ пространствѣ между нею и глазомъ наблюдателя—этого такъ и не удалось выяснитъ путемъ наблюденій. Оба взгляда имѣютъ своихъ защитниковъ.

29 декабря 1888 года одинъ любитель астрофотографіи, *Робертсъ* въ Ливерпулѣ, получилъ фотографическій снимокъ туманности Андромеды. Онъ въ теченіе 4 часовъ держалъ пластинку въ фокусѣ зеркальнаго телескопа, имѣвшаго 20 дюймовъ въ поперечникѣ. Результатъ получился поразительный. Прежде всего на фотографіи видно громадное число звѣздъ, окружающихъ туманность. Ни одна зрительная труба, ни рефракторъ, ни зеркальный телескопъ, не могли до сихъ поръ



Большая туманность въ Андромедѣ.
По фотографіи Робертса.

обнаружить этого множества звѣздъ. Только рефракторъ *Бонда* въ Кембриджѣ, вѣроятно, отмѣтилъ въ 1848 г. именно эти звѣзды: какъ сообщаетъ *Бондъ*, онъ насчиталъ въ туманности и вокругъ нея около 1500 звѣздъ. Но присутствіемъ этого большого числа звѣздъ очень просто объясняются также и показанія спектроскопа, согласно которымъ туманность эта должна состоять *изъ* звѣздъ. Очевидно, спектръ получился отъ соединеннаго свѣта яркихъ звѣздъ, а не отъ собственной туманности. Но особенно важны тѣ показанія фотографіи, которыя вскрываютъ передъ нами строеніе туманности. Тутъ ясно и отчетливо видно, что громадная туманность имѣетъ спиральную форму. Правильнѣе будетъ сказать, что туманность состоитъ изъ колецъ, окружающихъ свѣтлый туманный центръ. Въ то же время вся туманность расположена наискось относительно нашей линіи зора. Въ отдѣльныхъ мѣстахъ этихъ колецъ замѣтны громадные клубки туманнаго вещества. Получается такое впечатлѣніе, словно на кольцахъ образуются спутники. Но скажемъ прямо: фотографія туманности Андромеды, полученная *Робертсомъ*, рисуетъ передъ нами эту туманность какъ разъ въ томъ видѣ, какой, согласно *лапласовой* гипотезѣ, должно было имѣть туманное вещество, давшее начало планетамъ солнечной системы. Фотографія рисуетъ передъ нами такую первичную туманную массу на ступени образованія колецъ, до отдѣленія планеты или солнца. Можно даже сказать, не рискуя впасть въ слишкомъ смѣлыя гипотезы, что сопутствующая туманность наверху справа большой первичной туманной массы представляетъ собой уже отдѣлившагося, дѣйствительнаго ея спутника.

Въ данномъ случаѣ мы застаемъ природу по-истинѣ въ моментъ созиданія новой міровой системы. Туманность Андромеды есть одна изъ тѣхъ *лапласовыхъ* массъ, изъ которыхъ образуется міръ. Мы можемъ какъ бы пальцемъ указать на тотъ зачаточный міръ, который самъ отпечатлѣлъ на фотографической пластинкѣ свой внѣшній обликъ. Тѣмъ самымъ онъ воочію рисуетъ передъ нами процессъ своего возникновенія. Отнынѣ *канто-лапласово* ученіе перестаетъ уже быть шаткой гипотезой: оно становится научно-обоснованнымъ фактомъ. И съ гордостью человѣкъ можетъ утвер-

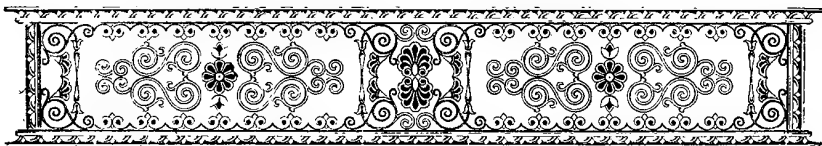
ждать отнынѣ, что ему удалось разгадать процессъ образованія міровъ.

Послѣ всего сказаннаго выше нельзя уже сомнѣваться, что изъ туманныхъ пятенъ съ теченіемъ времени образуются неподвижныя звѣзды съ планетными системами. Но всѣ эти различныя ступени лѣстницы развитія существуютъ одновременно. Тутъ невольно возникаетъ вопросъ: почему же не всѣ туманности превратились въ неподвижныя звѣзды? Мы не проявили бы философскаго смысла, если бы предположили, что съ момента созданія вселенной протекло еще недостаточно времени, для того, чтобы всѣ туманности могли превратиться въ звѣзды. Но именно потому, что такое предположеніе недопустимо, съ необходимостью слѣдуетъ, что указанная послѣдовательность въ образованіи міровыхъ тѣлъ представляетъ круговоротъ. Въ этомъ круговоротѣ изъ туманныхъ пятенъ возникаютъ звѣзды, а изъ звѣздъ снова образуются туманныя пятна. Само собою разумѣется, что въ этомъ случаѣ происходитъ то уменьшеніе энергіи, какое должно имѣть мѣсто согласно закону энтропіи *Клаузіуса*. Но какимъ же образомъ міровое тѣло, подобное неподвижной звѣздѣ, снова можетъ превратиться въ туманную массу? Очевидно, только въ результатѣ столкновенія съ какимъ-либо другимъ свѣтиломъ. Въ этомъ случаѣ происходитъ превращеніе живой силы въ теплоту, вещество обоихъ міровыхъ тѣлъ нагрѣвается до такой степени, что превращается въ газъ и расширяется въ туманный шаръ громаднхъ размѣровъ. Можно доказать математически, что при такихъ условіяхъ сила расширенія можетъ быть чрезвычайно велика, и отдѣльные атомы совершенно разсѣиваются. Въ то же время они съ предѣльной скоростью переходятъ извѣстную границу и, совершая затѣмъ равномерное движеніе въ міровомъ пространствѣ, разлагаются.

Если указанная граница не перейдена, то образуется громадный шаръ, состоящій изъ чрезвычайно тонкаго вещества. Однако, температура этого шара низкая. Высота этой температуры при достиженіи указанной границы зависитъ отъ массы и скорости столкнувшихся тѣлъ. Она можетъ быть такъ высока, что туманность приходитъ въ раскаленное состояніе. Во всякомъ случаѣ, она приходитъ въ раскален-

ное состояніе, какъ только начинается сжатіе. Тогда, слѣдовательно, мы имѣемъ передъ собой какъ разъ то самое, что представляется намъ на небѣ въ видѣ туманнаго пятна. Его физическія свойства можно выяснитъ при помощи спектроскопа. Но этого мало. Кажется, что мы уже были однажды свидѣтелями такого превращенія звѣзды въ туманное пятно. Въ 1876 году въ созвѣздіи Лебедя неожиданно загорѣлась звѣзда. Она показывала очень сложный спектръ. По мѣрѣ угасанія звѣзды этотъ спектръ постепенно переходилъ въ спектръ планетарнаго туманнаго пятна. И эту слабую свѣтящуюся точку мы безусловно приняли бы за такую туманность, если бы мы не знали предыдущаго процесса. Ничто не мѣшаетъ намъ допустить, что въ этомъ случаѣ звѣзда дѣйствительно превратилась въ газъ вслѣдствіе столкновенія съ какой-либо другой звѣздой, и что она стала раскаленнымъ туманнымъ шаромъ. Такимъ образомъ она стала исходной точкой новаго образованія міровъ въ этихъ далекихъ пространствахъ.





IV.

Солнце.

Зависимость органической жизни на землѣ отъ физическаго состоянія солнца.—Вычисленіе механической силы, излучаемой солнцемъ въ видѣ теплоты.—Разстояніе и величина солнца.—Солнечныя пятна, продолжительность вращенія солнечнаго шара.—Періодическія измѣненія въ числѣ пятенъ.—Целльнерова теорія солнечныхъ пятенъ.—Солнечные факелы.—Связь между земными явленіями и измѣненіемъ числа солнечныхъ пятенъ.—Протуберанцы и примѣненіе спектральнаго анализа къ ихъ изслѣдованію.—Хромосфера.—Форма протуберанцевъ.—Теоріи солнечныхъ пятенъ Шперера, Секки и Фая.—Движенія протуберанцевъ и температура верхнихъ солнечныхъ слоевъ.—Запасъ силы, скрытый въ солнцѣ, долженъ съ теченіемъ времени изсякнуть.

Наша планетная система и наше солнце возникли изъ громадной шарообразной туманности, крайняя граница которой простиралась далеко за предѣлы орбиты Нептуна. Необычайно высокая температура солнца есть остатокъ несравненно еще болѣе высокой температуры, возникшей при сжатіи громадныхъ туманныхъ массъ. Температура солнца есть источникъ жизни и движенія на нашей землѣ. *Редтенбахеръ* пытался вычислить первоначальную температуру солнца и планетъ. Это вычисленіе, естественно, исходитъ изъ извѣстныхъ гипотетическихъ предположеній. Оно не можетъ, конечно, притязать на строгую точность. Но оно можетъ, все же, дать общее представленіе о начальныхъ температурахъ. Согласно этому вычисленію, начальная температура солнечнаго шара равнялась 178 милліонамъ градусовъ, начальная температура Юпитера достигала $1\frac{2}{3}$ милліона градусовъ, у земли она равнялась 55.000 градусамъ.

Отсюда уже понятно, почему земля давно уже охладилась съ поверхности. Между тѣмъ какъ Юпитеръ находится еще въ раскаленномъ состояніи. А солнце еще и въ настоящее время расточительно изливаетъ въ міровое пространство свѣтъ и теплоту.

Въ изначальныя времена главнѣйшимъ проявленіемъ силы матеріи служило движеніе массъ. Нетрудно понять, что это проявленіе силы прежде всего, т. е., все же, по истеченіи неопредѣленно громаднаго промежутка времени, должно было привести къ тепловымъ явленіямъ. Другими словами, вполне или отчасти оно должно было превратиться въ тепловыя явленія. Вѣдь самымъ естественнымъ и наиболѣе полнымъ превращеніемъ движенія служить именно теплота. Благодаря такому превращенію первоначальнаго движенія матеріи въ теплоту возникъ раскаленный газообразный шаръ, которому и обязана своимъ существованіемъ наша солнечная система. Въ этомъ раскаленномъ газообразномъ шарѣ первоначальное движеніе полностью превратилось въ теплоту. Пока отдѣльныя планеты обладали еще довольно значительными остатками этого первоначальнаго жара, онѣ сами служили для себя источникомъ физической силы. Но вотъ огонь этотъ погасъ,—и единственнымъ источникомъ этой силы сдѣлалось солнце. Для земли давно уже, цѣлые милліоны лѣтъ тому назадъ, наступилъ этотъ моментъ безсилія, проистекающій изъ недостатка своей собственной теплоты. Такимъ образомъ, для нея единственнымъ источникомъ силы является солнце. Отъ солнца зависитъ не только существованіе земли, какъ самостоятельной планеты. Вѣдь земля самымъ существованіемъ своимъ обязана материнскому лону солнца: она возникла изъ солнечной массы и по истеченіи долгихъ, долгихъ вѣковъ снова вернется туда, снова на склонѣ дней своихъ засверкаетъ, какъ начала свое существованіе съ раскаленного состоянія. Но этого мало. Самое существованіе рода человѣческаго зависитъ прямо отъ физическаго состоянія солнца. Зависимость эта такъ велика, что раньше не имѣли даже объ ней представленія. Только наука въ своемъ поступательномъ развитіи вполне выяснила этотъ вопросъ. Въ настоящее время съ полной опредѣленностью доказано, что всякая механическая сила,

проявляющаяся на землѣ, сила воды, приводящая въ движеніе колесо мельницы, сила вѣтра, сила пара, уносящая по желѣзнымъ рельсамъ тяжелые желѣзнодорожные поѣзда со скоростью бури, сила выючнаго животнаго, покорно везущаго телѣгу, сила благороднаго коня, несущаго на спинѣ своей всадника, наконецъ, сила человѣка, примѣняемая при всякой физической и духовной дѣятельности,—вся эта механическая сила имѣетъ своимъ источникомъ солнце: она снизошла на нашу темную, холодную землю вмѣстѣ съ лучами свѣта и тепла. Потокъ этой силы, говоритъ *Робертъ Майеръ*, изливающийся на нашу землю, представляетъ собой ту непрестанно дѣйствующую пружину, которая приводитъ въ движеніе весь круговоротъ земной дѣятельности. Наша земля непрестанно ниспосылаетъ въ міровое пространство громадное количество силы въ видѣ волнообразнаго движенія. И если бы эта потеря не возмѣщалась непрестанно, то поверхность земли тотчасъ же заколѣхла бы, охваченная холодомъ смерти.

Чтобы дать приблизительное представленіе о количествѣ физической силы или энергіи, какое солнце ежедневно ниспосылаетъ въ міровое пространство, я покажу тотъ способъ, какъ вычисляется это количество. Мы невольно изумимся громадному количеству этой энергіи.

Извѣстно, что теплота можетъ превращаться въ механическую силу въ совершенно опредѣленномъ отношеніи. Это отношеніе, такъ называемый, механическій эквивалентъ теплоты, равняется приблизительно 440 киллограммометрамъ. Другими словами, количество теплоты, нагрѣвающее 1 киллограммъ воды на 1 градусъ Цельсія, въ состояніи произвести такую механическую работу, которая равняется поднятію 440 киллограммовъ на высоту 1 метра.

Теперь для отвѣта на поставленный выше вопросъ намъ необходимо знать то количество теплоты, какое солнце излучаетъ съ опредѣленной поверхности. Довольно трудно вычислить это количество теплоты. Но произведенныя съ этой цѣлью наблюденія *Ланглея* показываютъ, что каждый квадратный сантиметръ солнечной поверхности излучаетъ въ секунду, по меньшей мѣрѣ, 3 калоріи теплоты.

Подъ калоріей понимается то количество теплоты, какое

необходимо для того, чтобы 1 килограммъ воды нагрѣть на 1° Ц. Съ другой стороны, какъ мы уже упоминали выше, теплота, нагрѣвающая 1 килограммъ воды на 1° Ц., равна поднятію 440 килограммовъ на высоту 1 метра. Такимъ образомъ, интересующая насъ теплота солнца равна поднятію 1320 килограммовъ на высоту 1 метра.

Одну лошадиную силу считаютъ равной поднятію 75 килограммовъ на высоту 1 метра въ секунду.

Если выразить теперь указанную солнечную теплоту въ лошадиныхъ силахъ, то, приблизительно, мы получимъ 16 лошадиныхъ силъ.

Такова, слѣдовательно, механическая величина той силы, какая излучается въ секунду въ видѣ теплоты съ каждаго квадратнаго сантиметра поверхности солнца. Для *одной квадратной метра* солнечной поверхности мы получаемъ, слѣдовательно, механическій эквивалентъ въ 160.000 лошадиныхъ силъ.

Солнце представляетъ собой шаръ, поверхность котораго больше земной поверхности въ 11.600 разъ. Но земная поверхность равняется 9.261.000 квадратнымъ милямъ, а каждая квадратная миля содержитъ 55.060.000 квадратныхъ метровъ. Перемножимъ теперь эти числа, а полученное произведение снова помножимъ на 160.000. Мы получимъ тогда механическій эквивалентъ солнечнаго излученія въ лошадиныхъ силахъ. Такова вся энергія, какая непрерывно изливается солнцемъ въ міровое пространство. Я попытаюсь дать нѣкоторое представленіе объ этомъ громадномъ количествѣ теплоты. Для того, чтобы возмѣстить это излученіе, пришлось бы ежедневно сжигать такое количество наилучшаго каменнаго угля, которое по своей величинѣ равнялось бы всей землѣ. А между тѣмъ до земли доходитъ лишь самая ничтожная часть этого количества теплоты, всего только $\frac{1}{22.500.000}$ доля *одного* процента. Но и эта часть превосходитъ всякое человеческое представленіе. Она служитъ источникомъ всякаго движенія.

Мы очень несовершенно можемъ представить себѣ это количество силы, изливающейся отъ солнца на землю. Но не трудно понять, что, если бы солнце не ниспосылало непрестанно на землю новыхъ количествъ силы въ видѣ свѣт-

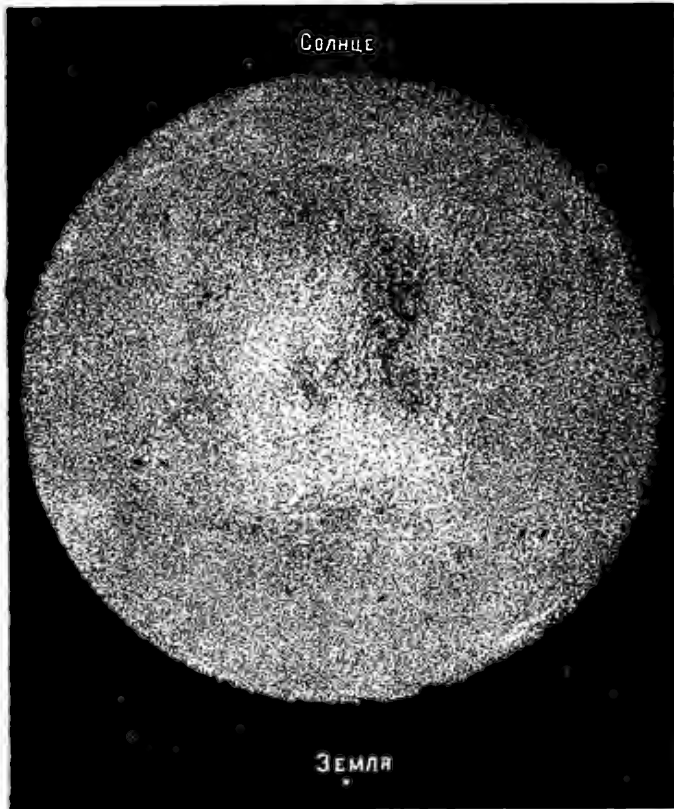
лыхъ и темныхъ тепловыхъ лучей, то на землѣ скоро изсякла бы всякая физическая сила. Правда, растенія обла- даютъ замѣчательной способностью удерживать мгновенно пронсящійся лучъ солнца и накапливать его силу въ видѣ потенціальной энергіи. Однако, эти запасы силы, лежащіе передъ нами въ видѣ каменноугольныхъ залежей, были бы быстро израсходованы, если бы намъ пришлось пользоваться исключительно ими. Солнце должно всегда ниспосылать новыя количества силы, съ послѣднимъ солнечнымъ лучемъ про- билъ бы послѣдній часъ всякой жизни и всякаго движенія на землѣ.

Этотъ громадный расходъ теплоты и механической силы продолжается уже безчисленные милліоны лѣтъ. Вполнѣ умѣстно поставить вопросъ, насколько времени хватитъ и можетъ хватить этого запаса солнечной теплоты и свѣта. Я замѣчу здѣсь только, что въ настоящее время у насъ нѣтъ еще специальныхъ данныхъ для того періода времени, въ теченіе котораго солнце будетъ еще свѣтить. Однако, какъ я говорить уже выше, солнце въ отношеніи своего физическаго — раскаленнаго — состоянія въ настоящее время переживаетъ такую ступень развитія, которая еще на очень долгое время обезпечиваетъ намъ и свѣтъ, и тепло.

Центръ солнечнаго шара удаленъ отъ центра земли въ среднемъ на 20.000.000 географическихъ миль. Діаметръ солнца равняется 185.000 географическихъ миль. Его объемъ, слѣдовательно, въ 1.250.000 разъ больше объема земнаго шара и заключаетъ, слѣдовательно, 3313 билліоновъ кубическихъ миль. А такъ какъ масса солнца въ 320.000 разъ больше земной массы, то средняя плотность солнечнаго шара равняется, слѣдовательно, приблизительно $\frac{1}{4}$ средней земной плотности. Уже эта незначительная средняя плотность солнца доказываетъ, что оно не можетъ состоять изъ твердыхъ веществъ.

Дѣйствительно, всѣ наблюденія и изслѣдованія указы- ваютъ на то, что внѣшняя оболочка солнца, такъ назы- ваемая, фотосфера, находится въ состояніи раскаленнаго газа. Эта фотосфера образуетъ ту часть солнца, которую мы на- блюдаемъ непосредственно. Въ какомъ состояніи находится ма- терія подъ фотосферой, т. е., собственно въ солнечномъ тѣлѣ,—

этого нельзя сказать съ опредѣленностью. Несомнѣнно, температура должна возрастать по мѣрѣ того, какъ мы будемъ проникать въглубь солнечнаго шара. Поэтому матерія должна находиться здѣсь въ еще болѣе утонченномъ состояніи. Но вмѣстѣ съ тѣмъ возрастаетъ также въ сильной степени давленіе выше лежащихъ слоевъ. Такимъ образомъ раскаленные

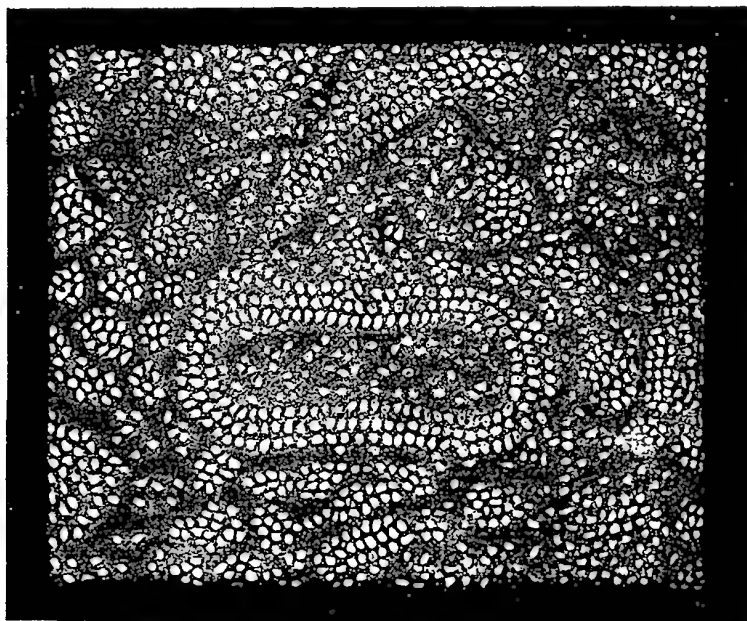


Солнце и земля.

газы внутри солнца испытываютъ громаднѣйшее давленіе. Поэтому, здѣсь рѣшительно нельзя допустить существованія огненно-жидкаго состоянія. Но, понятно, наши свѣдѣнія въ этомъ отношеніи очень ненадежны. Вѣдь мы не знаемъ даже, какъ вообще нужно представлять себѣ состояніе тѣла, тем-

пература котораго достигаетъ милліоновъ градусовъ. Можно, конечно, представить себѣ, что тѣло доведено до температуры въ нѣсколько милліоновъ градусовъ. Но способна-ли вообще матерія обладать такой высокой температурой,—этого мы не знаемъ. Вѣдь наши наблюденія ничего не говорятъ намъ объ этомъ.

Наблюденія надъ солнечнымъ дискомъ при помощи телескопа обнаруживаютъ на солнцѣ существованіе цѣлаго ряда



Фотосфера.

образованій. Образованія эти покрываютъ солнечную поверхность. Одни изъ нихъ *свѣтлыя*, другія *темныя* основного фона свѣтлаго солнечнаго диска. *Свѣтлыя* образованія носятъ названіе *солнечныхъ факеловъ*, *темныя* называются *солнечными пятнами*. Солнечныя пятна до сихъ поръ еще очень мало изучены. Однако, не подлежитъ сомнѣнію, что, подобно яркимъ свѣтовымъ нитямъ, которыя иногда словно сѣтью покрываютъ отдѣльные участки солнца, они появляются по-

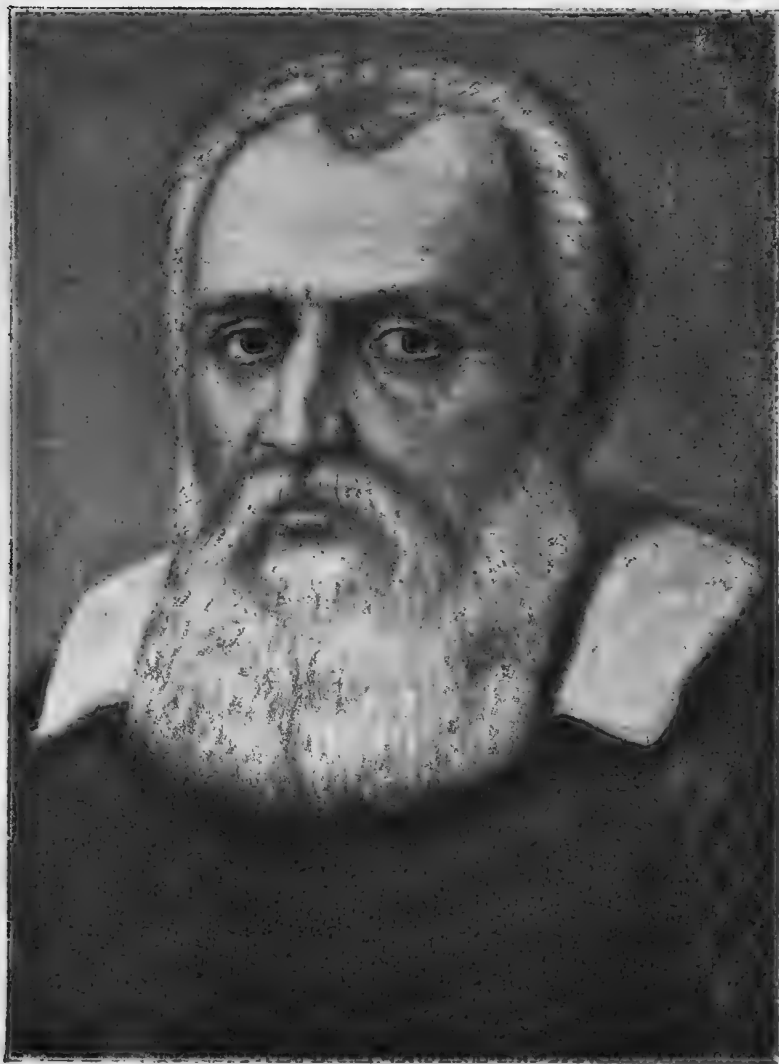
всюду на солнечномъ дискѣ. Нѣтъ ни одной области, гдѣ бы они отсутствовали совершенно. Согласно нѣкоторымъ наблюденіямъ, солнечные факелы появляются въ извѣстныхъ частяхъ солнца періодически. Поясъ съ наибольшимъ числомъ факеловъ передвигается въ теченіе приблизительно одиннадцатилѣтняго періода отъ полюсовъ солнца къ его экватору.

Солнечныя пятна въ большей мѣрѣ привлекаютъ къ себѣ наше вниманіе. Дѣйствительно, наблюдатели больше всего и чаще всего останавливались именно на нихъ. Наблюдать ихъ стали очень рано. Уже первые наблюдатели солнечныхъ пятенъ, *Фабрицій*, *Галилей* и *Шейнеръ*, нашли, что они передвигаются по солнечному диску съ востока на западъ. Они совершаютъ этотъ путь отъ одного края солнца до другого приблизительно въ 13 дней. Солнце совершаетъ, слѣдовательно, одинъ оборотъ вокругъ своей оси въ двойное время, или, приблизительно, въ 26 дней. Нанесите видимые пути солнечныхъ пятенъ на кругъ, изображающій солнечный дискъ. Вы найдете тогда, что пути эти суть эллипсы. Наибольшей кривизной они обладаютъ около 5 сентября, а затѣмъ они все болѣе и болѣе выпрямляются. Наконецъ, 5 сентября они представляются намъ въ видѣ прямыхъ линій, которыя съ плоскостью земной орбиты образуютъ уголъ приблизительно въ 7 градусовъ. Затѣмъ они снова начинаютъ все болѣе и болѣе изгибаться, но въ обратную сторону. 5 марта они снова достигаютъ наибольшей кривизны. Далѣе, до 5 іюня они снова все болѣе и болѣе выпрямляются. Отсюда слѣдуетъ, что движенія пятенъ совершаются въ плоскости, не совпадающей съ плоскостью земного пути. Другими словами, плоскость солнечнаго экватора наклонена къ плоскости земного пути. Дѣйствительно, уголъ между этими плоскостями равняется, какъ мы уже говорили выше, почти 7 градусамъ. Линія пересѣченія обѣихъ плоскостей, т. е., проходящая черезъ солнце узловая линія пересѣкаетъ земную орбиту на 75 и 255 градусахъ долготы. Но обѣ эти величины вычислены значительно менѣе точно, нежели этого можно было ожидать съ самого начала.

Причина этого заключается въ томъ, что наряду съ общимъ вращательнымъ движеніемъ пятна обладаютъ еще *собствен-*

ныхъ движеніемъ. Уже болѣе двухсотъ лѣтъ тому назадъ іезуитъ *Шейнеръ* путемъ продолжительныхъ наблюденій открылъ эти собственныя движенія солнечныхъ пятенъ. Южныя пятна, говоритъ онъ, заканчиваютъ свое обращеніе въ болѣе короткое время, нежели сѣверныя. Этотъ результатъ его наблюденій нашелъ подтвержденіе въ наблюденіяхъ *Іоанна Кассини*, *Шретера* и въ особенности *Лажье* (Laugier). Въ новѣйшее время *Кэррингтонъ* и *Шпереръ* произвели многочисленныя и точныя наблюденія надъ солнечными пятнами. Они положили, такимъ образомъ, основаніе изученію законмѣрности собственного движенія пятенъ. При этомъ выяснилось, что скорость вращенія отдѣльныхъ поясовъ солнечной поверхности уменьшается, по мѣрѣ того, какъ эти пояса все больше и больше удаляются отъ экватора. Но разъ *скорость* вращенія уменьшается, то должно увеличиваться то время, въ теченіе котораго совершается все вращеніе, т. е., *продолжительность* вращенія. Это вытекаетъ также изъ спектроскопическихъ изслѣдованій, произведенныхъ *Дюнеромъ*. Въ этомъ случаѣ *Дюнеръ* прямо измѣрилъ скорость вращательнаго движенія для различныхъ широтъ на солнцѣ. Онъ нашелъ при этомъ, что слои вблизи солнечнаго экватора заканчиваютъ вращеніе въ 25,5 дней, подъ 30 градусамъ широты въ 27,6 дня, подъ 60 градусамъ широты почти въ 34 дня, подъ 75 градусомъ приблизительно въ 39 дней. Если продолжительность вращенія увеличивается такимъ же образомъ до самыхъ полюсовъ солнца, то вблизи полюсовъ пятна должны совершать одинъ оборотъ почти въ 50 дней. Но такъ ли оно на самомъ дѣлѣ,—этого мы не знаемъ, за отсутствіемъ соотвѣствующихъ спектроскопическихъ наблюденій. Кромѣ того, большія пятна никогда не появляются вблизи солнечныхъ полюсовъ. Точно также они крайне рѣдко появляются у солнечнаго экватора. Собственная область солнечныхъ пятенъ лежитъ между 5 и 30 градусомъ широты къ сѣверу и къ югу отъ экватора. Это отмѣтилъ уже *Шейнеръ*. Онъ назвалъ эту область пятенъ *королевскимъ поясомъ*.

Въ большинствѣ случаевъ пятна появляются группами. Но собственныя движенія отдѣльныхъ членовъ группы факеловъ очень сильно отличаются другъ отъ друга. Распаденіе или разложеніе группы происходитъ въ различныя



Галилей.

времена и въ самыхъ различныхъ направленіяхъ. Вообще, какъ внутри самихъ пятенъ, такъ и кругомъ нихъ наблюдаются громаднѣйшіе перевороты и потоки. Спектроскопическія наблюденія показываютъ, что вокругъ большихъ пятенъ изъ болѣе глубокихъ слоевъ вырываются раскаленные газы со скоростью въ 30 и даже 40 километровъ въ секунду. Спектры солнечныхъ пятенъ показываютъ вообще усиленіе или расширеніе обыкновенныхъ темныхъ линій нормального солнечнаго спектра. И при томъ это расширеніе часто наблюдается только на одной сторонѣ линіи, а не одновременно на обѣихъ сторонахъ. Это расширеніе свидѣтельствуешь о пониженіи температуры въ солнечныхъ пятнахъ. Это доказываютъ лабораторные опыты, произведенные съ химическими соединеніями металловъ. Этотъ выводъ находитъ себѣ подтвержденіе въ томъ, что въ нѣкоторыхъ солнечныхъ пятнахъ наблюдалось усиленіе линій атмосфернаго водорода. Отсюда слѣдуетъ, что высоко надъ отдѣльными пятнами находятся даже водяные пары. Иногда и въ спектрѣ пятна можно наблюдать свѣтлыя линіи водорода. Такимъ образомъ, этимъ доказано присутствіе массъ раскаленного водорода надъ такими пятнами. Вообще солнечныя пятна представляютъ для наблюденія чрезвычайно интересное поле. Но сказаннымъ далеко не исчерпывается еще тотъ необычайный интересъ, какой представляютъ эти образованія. Количество пятенъ измѣняется періодически. Объ этомъ я сейчасъ буду говорить подробнѣе. Профессоръ *Шпереръ* еще до 1869 года нашелъ на основаніи своихъ наблюденій, что распредѣленіе пятенъ на солнечномъ дискѣ, а также величина ихъ собственнаго движенія подъ различными широтами измѣняются въ зависимости отъ ихъ максимума и минимума. Правда, какъ самое возникновеніе солнечныхъ пятенъ—лишь въ рѣдкихъ случаяхъ ихъ существованіе длится дольше 2—3 мѣсяцевъ—такъ и ихъ исчезновеніе носятъ для насъ случайный характеръ. Однако, количество пятенъ, появляющихся въ различные годы, обнаруживаетъ опредѣленный порядокъ, оно связано съ опредѣленнымъ періодомъ. Впервые доказалъ это путемъ неумолимыхъ наблюденій, длившихся цѣлые годы, *Швабе* изъ Дессау. Затѣмъ этимъ вопросомъ занялся *Рудольфъ Вольфъ* въ Цюрихѣ. Онъ про-

явилъ поразительную настойчивость въ дѣлѣ собиранія и обработки матеріала, касающагося наблюденій надъ солнечными пятнами. Благодаря его усиліямъ мы въ настоящее время довольно точно знаемъ всѣ условія, касающіяся солнечныхъ пятенъ, почти со времени перваго ихъ открытія. И вотъ оказывается, что количество появляющихся солнечныхъ пятенъ подчинено періоду въ $11\frac{1}{9}$ года. Другими словами, если въ настоящее время число пятенъ наибольшее, т. е., если наступилъ максимумъ пятенъ, то то же самое явленіе повторится снова черезъ $11\frac{1}{9}$ года. Въ теченіе этого періода наступаетъ такое время, когда число солнечныхъ пятенъ оказывается наименьшимъ. Но этотъ $11\frac{1}{9}$ -лѣтній періодъ представляетъ собой лишь среднюю величину. Отдѣльные періоды бываютъ неодинаково продолжительны. Въ этомъ отношеніи наблюдается довольно правильная послѣдовательность. Такимъ образомъ здѣсь въ періодѣ существуетъ другой періодъ. Попытаюсь возможно яснѣе представить этотъ чрезвычайно интересный фактъ. Съ этой цѣлью я приведу здѣсь вычисленныя *Вольфомъ* годы, когда солнечныя пятна достигали своего максимума и минимума. Кромѣ того, здѣсь указанъ и промежутокъ времени между каждыми двумя послѣдовательными максимумами и минимумами. Время указано въ годахъ и ихъ доляхъ. Такъ, напр., 1615,5 означаетъ середину 1615 года.

Годы максимума пятенъ.	Промежутки между ними въ годахъ.	Годы минимума пятенъ.	Промежутки между ними въ годахъ.
1615.5		1610.8	
	10.5		8.2
1626.0		1619.0	
	13.5		15.0
1639.5		1634.0	
	9.5		11.0
1649.9		1645.0	
	11.0		10.0
1660.0		1655.0	
	15.0		11.0
1675.0		1666.0	
	10.0		13.5

Годы максиму- ма пята- тенъ.	Промежутки между ними въ годахъ.	Годы мини- мума пята- тенъ.	Промежутки между ними въ годахъ.
1685.0	8.0	1679.5	10.0
1693.0	12.5	1689.5	8.5
1705.5	12.7	1698.0	14.0
1718.2	9.3	1712.0	11.5
1727.5	11.2	1723.5	10.5
1738.7	11.3	1734.0	11.0
1750.0	11.5	1745.0	10.7
1761.5	8.5	1755.7	10.8
1770.0	9.5	1766.5	9.3
1779.5	9.0	1775.8	9.0
1788.5	15.5	1784.8	13.7
1804.0	12.8	1798.5	12.0
1816.8	12.7	1810.5	12.7
1829.5	7.7	1823.2	10.6
1837.2	11.4	1833.8	10.2
1848.6	11.6	1844.0	12.2
1860.2	10.4	1856.2	11.1
1870.6	13.3	1867.1	11.9
1883.9		1879.0	

Разсмотримъ теперь внимательнѣе числа, выражающія промежутки, т. е., длину отдѣльныхъ періодовъ. Мы найдемъ, что они измѣняются съ нѣкоторой правильностью. Наибольшая продолжительность періода, между 1788 и 1804 годами, равнялась $15\frac{1}{2}$ годамъ. За этимъ періодомъ слѣдовалъ самый короткій періодъ въ $7\frac{7}{10}$ года. Предшествующій кратчайшій періодъ (между двумя максимумами) продолжался отъ 1761 до 1770 г. Такимъ образомъ, съ 1761 до 1788 г. продолжительность періодовъ все болѣе и болѣе увеличивалась. Съ этого времени до 1829 г. она снова уменьшалась. Слѣдовательно, періодъ періодовъ долженъ былъ бы равняться 67—68 годамъ. Вычисленія отъ 1650 до 1700 отличаются меньшей точностью. Они приводятъ къ иному выводу. *Рудольфъ Вольфъ* принялъ первоначально главный періодъ въ $55\frac{1}{2}$ лѣтъ. Изслѣдованіе, произведенное *Горнштейномъ*, дало 69,73, т. е., величину, близкую къ найденной мною. Съ этимъ согласуются также и результаты новѣйшаго изслѣдованія *Вольфа*. Въ этомъ случаѣ онъ могъ опереться на цѣлый рядъ древнѣйшихъ наблюденій надъ пятнами въ Китаѣ. Онъ пришелъ на этомъ основаніи къ выводу, что главный періодъ солнечныхъ пятенъ долженъ равняться или 88 или 67 годамъ. Черезъ нѣкоторое время въ нашемъ распоряженіи будутъ, несомнѣнно, уже вполне достаточныя данныя. Тогда возможно будетъ точно рѣшить вопросъ о продолжительности главнаго періода солнечныхъ пятенъ.

Но что же служить причиной періодическихъ измѣненій въ числѣ солнечныхъ пятенъ? Какова вообще физическая природа этихъ образований? Отвѣтъ на первый изъ этихъ двухъ вопросовъ, повидимому, въ значительной степени обусловливается удовлетворительнымъ отвѣтомъ на второй вопросъ. Во всякомъ случаѣ, ясно, что, если нельзя найти никакой космической причины для числа солнечныхъ пятенъ, то явленіе это необходимо, конечно, свести къ такимъ состояніямъ, которыя заключаются въ солнцѣ и въ самихъ пятнахъ. Тщетно старались отыскать внѣ солнца такія вліянія, которыя могли бы увеличивать или уменьшать число солнечныхъ пятенъ. Если не прибѣгать къ рискованнѣйшимъ гипотезамъ, то въ настоящее время невозможно объ-

яснять измѣненія въ числѣ солнечныхъ пятенъ вліяніями, лежащими внѣ солнца.

Поэтому необходимо выяснить, нельзя ли эту періодичность объяснить условіями, лежащими въ физическомъ строеніи самого солнца. Съ этой цѣлью мы прежде всего хотимъ нѣсколько подробнѣе выяснить природу солнечныхъ пятенъ.

Я не стану останавливаться здѣсь подробно на исторіи различныхъ гипотезъ относительно природы солнечныхъ пятенъ. Замѣчу только, что тѣ взгляды объ этихъ замѣчательныхъ образованіяхъ, которые до начала второй половины прошлаго столѣтія признавались истинными, въ настоящее время вообще признаются уже ошибочными. Этимъ мы обязаны спектральному анализу. Нѣмецкій физикъ *Кирхгофъ* первый подвергъ сомнѣнію правильность господствовавшей въ то время гипотезы относительно строенія солнца и его пятенъ. Онъ указалъ, что гипотеза эта настолько противорѣчитъ точнымъ физическимъ знаніямъ, „что ее слѣдовало бы отвергнуть даже въ томъ случаѣ, если бы мы даже не могли какъ-либо иначе объяснить себѣ явленія солнечныхъ пятенъ“. *Кирхгофъ* признавалъ солнечныя пятна за облака, плавающія въ раскаленной атмосферѣ солнца. Въ атмосферѣ солнца, говорилъ онъ, должны происходить процессы, подобные тѣмъ, что наблюдаются въ нашей атмосферѣ. Мѣстные пониженія температуры должны въ томъ и въ другомъ случаѣ приводить къ образованію облаковъ. Гипотеза *Кирхгофа* нашла себѣ подтвержденіе въ наблюденіяхъ *Шперера*. Дѣйствительно, она являлась единственно допустимой, по крайней мѣрѣ, съ точки зрѣнія старыхъ взглядовъ. Позднѣе остроумный астро-физикъ *Целльнеръ* обосновалъ другую теорію. Согласно этой теоріи солнечныя пятна представляютъ собой *шлаковидные продукты* на огненно-жидкой поверхности солнца. Эта теорія въ настоящее время представляется весьма вѣроятной. Быть можетъ, ее слѣдуетъ признать наиболѣе близкой къ истинѣ. Дѣйствительно, все говоритъ за то, что солнечныя пятна суть или облачные или шлаковидные продукты. *Целльнеръ* обратилъ вниманіе на одно обстоятельство, которое въ состояніи рѣшить выборъ между этими двумя возможностями. Допустимъ, что пятна суть облачныя массы, плавающія въ солнечной атмосферѣ. По аналогіи съ земными

облаками, они должны подчиняться движеніямъ атмосферы. Но различнымъ градусамъ широтъ на солнечной поверхности соотвѣтствуетъ различная скорость вращенія. Поэтому облачныя массы должны представляться болѣе или менѣе удлиненными въ направленіи, параллельномъ экватору. Возьмемъ на поверхности солнца двѣ точки. Пусть одна изъ нихъ расположена на 28° , а другая на 30° солнечной широты. Какъ показываютъ наблюденія, различіе въ ежедневной скорости ихъ вращенія составляетъ 6,6 угловыхъ минутъ. По истеченіи n дней обѣ эти точки, очевидно, должны были бы отстоять другъ отъ друга на $n \times 6,6'$. А облачное образованіе, имѣвшее первоначально въ поперечникѣ 2 градуса, превратилось бы въ полосу длиною въ $2^{\circ} + n \times 6,6'$. Помѣръ дальнѣйшаго увеличенія разстоянія между обѣими точками, полоса эта все болѣе и болѣе принимала бы параллельное экватору направленіе. Наибольшей ширины полоса достигала бы посерединѣ, а къ обѣимъ краямъ она уменьшалась бы. Допустимъ теперь, что мы наблюдали возникновеніе пятна, довольно равномѣрно развитого во всѣхъ направленіяхъ, 2 градусовъ въ поперечникѣ. Допустимъ, далѣе, что мы прослѣдили это пятно за все время вращенія солнца вокругъ оси, т. е., приблизительно въ теченіе 25 дней. Въ такомъ случаѣ пятно это—разъ оно состоитъ изъ плавающего въ солнечной атмосферѣ облака—должно было бы превратиться въ полосу длиной въ $4\frac{3}{4}$ градуса. Но такого рода явленій мы не наблюдаемъ у солнечныхъ пятенъ, хотя иногда ихъ размѣры превосходятъ только что указанные. Поэтому отсутствіе всякихъ слѣдовъ образованія полосъ на солнцѣ можно разсматривать, какъ важное доказательство противъ облачной природы солнечныхъ пятенъ. Этимъ объясняется также просто и изящно неоднократно наблюдавшееся вращательное движеніе большихъ пятенъ. Представимъ себѣ ради простоты круглой формы солнечное пятно. Пусть его южный край лежитъ подъ 25-ымъ, а сѣверный подъ 30-ымъ градусомъ сѣверной широты. Согласно наблюденіямъ надъ ежедневнымъ вращательнымъ движеніемъ солнечной поверхности, подъ 25 и 26 градусамъ широты южный край пятна долженъ былъ бы ежедневно забѣгать впередъ къ востоку на 16,2 угловыхъ минуты, по сравненію съ сѣ-

вернымъ краемъ. Но эти 16,2 угловыхъ минуты соотвѣтствуютъ на солнечной поверхности длинѣ больше 400 миль. Такова, слѣдовательно, суточная разни́ца въ движеніи краевъ нашего пятна. Если бы это пятно не представляло собой одной сплошной массы, то при столь значительной разницѣ въ движеніи его крайнихъ частей оно необходимо разорвалось бы. И нѣкоторыя части могутъ, дѣйствительно, такимъ образомъ разрываться. Но тамъ, гдѣ этого нѣтъ, болѣе сильное движеніе на южной части пятна, очевидно, должно вызывать его вращеніе вокругъ центра въ направленіи югъ-востокъ-сѣверъ. Это вращеніе совершается, слѣдовательно, въ направленіи, противоположномъ движенію часовой стрѣлки. Само собою понятно, что пятно, расположенное въ южномъ полушаріи солнца, будетъ вращаться въ обратную сторону, т. е., въ направленіи движенія часовой стрѣлки, въ направленіи югъ-западъ-сѣверъ. *Целльнеръ* путемъ математическаго изслѣдованія доказалъ, что слои расплавленной жидкости, лежащіе подъ солнечной поверхностью, обладаютъ болѣе вращательнымъ движеніемъ, нежели верхніе слои. Если разсматривать это движеніе съ центра солнца, то оно совершается въ направленіи съ запада на востокъ. А если разсматривать его съ земли, то оно совершается въ направленіи съ востока на западъ. Для большихъ пятенъ, проникающихъ глубоко подъ солнечную поверхность, это служить новымъ поводомъ къ вращательному движенію. Представимъ себѣ солнечное пятно значительныхъ размѣровъ и шарообразной формы. Нижняя часть этого шара получаетъ болѣе сильный толчекъ къ движенію въ направленіи къ востоку, нежели центръ и верхняя половина. Поэтому она будетъ стремиться вращать весь шаръ въ направленіи къ западу вокругъ оси, лежащей въ направленіи югъ-сѣверъ. Вращеніе это дѣйствительно должно происходить, и пятно шарообразной формы будетъ поэтому вращаться въ направленіи, противоположномъ вращенію большого солнечнаго шара. Согласно изслѣдованіямъ *Целльнера*, скорость вращательнаго движенія въ направленіи отъ поверхности солнца къ центру возрастаетъ гораздо быстрѣе, нежели въ направленіи отъ болѣе высокихъ широтъ къ болѣе низкимъ. Такимъ образомъ, плавающий надъ солнечной поверхностью шаръ будетъ имѣть гораздо большее

вращательное движеніе около горизонтальной оси, нежели около вертикальной оси. Но солнечныя пятна не суть шары, а, по всей вѣроятности, болѣе или менѣе плоскія, глыбообразныя тѣла. Въ горизонтальномъ направленіи они вытянуты гораздо значительнѣе, нежели въ вертикальномъ. Поэтому, указанный выше моментъ вращенія—какъ это подчеркиваетъ *Целльнеръ*—можетъ, конечно, вызвать вращеніе около горизонтальной оси. Но онъ долженъ быть достаточно силенъ, чтобы преодолѣть сопротивленіе. Это послѣднее возникаетъ у тѣлъ такой формы, благодаря частичному выступанію *переднихъ* частей изъ жидкости. Но если моментъ вращенія не обладаетъ достаточною для этого силой, то его дѣйствіе сведется къ постоянному измѣненію положенія плавающего тѣла. Измѣненіе это будетъ состоять въ томъ, что, та часть, которая при движеніи находится впереди, будетъ подниматься, а задняя будетъ опускаться. Такимъ образомъ порождаемое этимъ сопротивленіе будетъ всегда уравновѣшивать моментъ вращенія. Поверхность такихъ тѣлъ приметъ въ соотвѣтствіи съ этимъ не горизонтальное, а нѣсколько наклонное положеніе. Она будетъ подниматься въ сторону вращенія. Величина возникающаго такимъ образомъ угла наклоненія зависитъ, съ одной стороны, отъ отношенія между толщиною плавающего тѣла и его поверхностью; а съ другой—отъ глубины погруженія и господствующей на различныхъ глубинахъ разницы скорости несущихся слоевъ. Если эти отношенія измѣняются у одного и того же тѣла, то это должно сопровождаться измѣненіями какъ вращательнаго, такъ и поступательнаго движенія. Такъ, напр., быстрое погруженіе на большую глубину должно быть связано съ быстрымъ увеличеніемъ вращательнаго движенія. Дѣйствительно, въ этомъ случаѣ болѣе глубокіе, быстрѣе вращающіеся слои должны оказывать большее вліяніе на поступательное движеніе плавающей массы. Если тѣло благодаря неожиданному измѣненію своего равновѣсія погружается совсѣмъ, то оно снова должно будетъ подняться въ какомъ-либо другомъ мѣстѣ, которое лежитъ впереди перваго въ направленіи вращенія.

Я подробно привелъ здѣсь эти разсужденія *Целльнера* потому, что они необычайно ясно, безо всякихъ математи-



Группа солнечных пятенъ.

ческихъ символовъ, выясняютъ трудный вопросъ, имѣющій чрезвычайно важное значеніе для объясненія движеній солнечныхъ пятенъ. Отъ какихъ бы причинъ ни возникали неожиданныя измѣненія формы пятенъ, они необходимо связаны съ измѣненіями въ глубинѣ погруженія отдѣльныхъ шлаковидныхъ массъ. Но въ такомъ случаѣ, какъ это вытекаетъ изъ сказаннаго выше, должны возникать большія и неожиданныя различія въ движеніи отдѣльныхъ кусковъ. Чѣмъ больше измѣняется глубина погруженія пятенъ, тѣмъ больше должны быть также и измѣненія въ ихъ движеніи. Но такія измѣненія въ глубинѣ погруженія, какъ это легко понять, должны сильнѣе всего обнаруживаться во времена развитія и распадёнія пятенъ. Въ первомъ случаѣ толщина образующагося шлака увеличивается, въ послѣднемъ—она уменьшается. Это вполне подтверждается наблюденіями. Существуетъ общій законъ, что опредѣленной широтѣ на солнцѣ соотвѣтствуетъ опредѣленная скорость движенія. *Шпереръ* заявляетъ, что этотъ законъ не имѣетъ силы для первой фазы въ развитіи группы пятенъ. Въ этомъ случаѣ наблюдаются очень значительныя, разнообразныя и противоположныя другъ другу движенія. *Шпереръ* нашелъ, далѣе, что въ большинствѣ случаевъ, когда восточная часть группы пятенъ исчезаетъ, въ западной части остается главное ядро. Это явленіе объясняется просто изъ приведенныхъ выше разсужденій о наклонномъ положеніи поверхности шлаковиднаго пятна. Передній край приподнятъ въ направленіи вращенія, и край этотъ, если смотрѣть съ земли, кажется западнымъ. Но на задней (восточной) сторонѣ значительная часть шлаковаго поля, вслѣдствіе наклоннаго положенія, всегда залита огненной жидкостью. По той же причинѣ здѣсь должно происходить болѣе быстрое распадёніе, нежели на другой сторонѣ, которая болѣе или менѣе выдается надъ раскаленной жидкостью.

Итакъ, развитая *Целльнеромъ* теорія солнечныхъ пятенъ утверждаетъ, что солнечныя пятна представляютъ собой громадныя шлаковидныя массы, плавающія по раскаленной солнечной поверхности. Изъ сказаннаго выше ясно, какъ поразительно просто объясняетъ эта теорія всѣ явленія, какія мы наблюдаемъ при движеніи, распадёніи и новообра-

зованіи этихъ замѣчательныхъ тѣлъ. Но *Целльнеръ* идетъ еще дальше. Онъ объясняетъ своей теоріей также и періодическія измѣненія въ числѣ солнечныхъ пятенъ. Онъ объясняетъ, далѣе, ихъ распространеніе въ двухъ параллельныхъ экватору поясахъ, ихъ малочисленность въ экваторіальныхъ и полярныхъ областяхъ солнца. Я хочу дать здѣсь ясное представленіе объ этихъ взглядахъ названнаго астрофизика.

Солнце, какъ мы это приняли выше, представляетъ собой исполинскій шаръ. Поверхность его состоитъ изъ огненно-жидкаго вещества. Надъ этой раскаленной жидкостью лежитъ раскаленная атмосфера. Эта послѣдняя содержитъ въ себѣ въ газообразномъ или парообразномъ состояніи часть образующихъ жидкую массу веществъ.

Излученіе огненно-жидкой поверхности солнца въ атмосферу совершается непрестанно. Здѣсь мы наблюдаемъ нѣчто сходное съ тѣмъ, какъ въ земную атмосферу излучаются тепловые лучи съ поверхности земли. Если земная атмосфера спокойна и безоблачна, то по ночамъ въ холодное міровое пространство излучаются съ земли въ очень большомъ количествѣ тепловые лучи. Иногда благодаря этому излученію теплая до того земля охлаждается на 5° — 6° Цельсія ниже температуры воздушныхъ слоевъ. По этой причинѣ въ Германіи даже лѣтомъ случаются иногда ночные морозы. Той же причиной объясняется также, какъ извѣстно, и появленіе росы. А если водяной паръ охлажденныхъ воздушныхъ слоевъ, соприкасающихся съ земной поверхностью, осѣдаетъ на тѣла, охлажденные ниже точки замерзанія, то получается *иней*. А если земная атмосфера не ясна и не спокойна, то никогда не бываетъ росы. Покрытое тучами небо мѣшаетъ ночному излученію, оно, словно покрывало, защищаетъ земную поверхность. Но вѣтеръ препятствуетъ образованію росы, такъ какъ онъ всегда вновь приноситъ къ охлажденнымъ тѣламъ теплый воздухъ.

Подобныя же явленія должны происходить и на огненно-жидкой поверхности солнца. Тамъ, гдѣ раскаленная солнечная атмосфера *спокойна* и *ясна*, расположенная подъ нею часть жидкаго солнечнаго тѣла испытываетъ благодаря излученію извѣстное пониженіе температуры. Допустимъ, что

такое пониженіе температуры достигаетъ извѣстной величины. Тогда оно должно стать замѣтнымъ для отдаленнаго наблюдателя, вслѣдствіе уменьшенія силы солнечнаго свѣта. Въ концѣ концовъ, наблюдатель замѣтитъ здѣсь темное пятно. Само собою разумѣется, такой процессъ можетъ происходить одновременно въ различныхъ точкахъ солнечнаго диска. Поэтому, пятна могутъ появляться на солнечной поверхности одновременно въ нѣсколькихъ мѣстахъ. Но вотъ пятно образовалось. Это тотчасъ же вызываетъ въ смежныхъ областяхъ солнечной атмосферы значительное нарушеніе равновѣсія. Въ этомъ отношеніи наблюдается нѣчто сходное съ нашими прибрежными вѣтрами (бризами). Такимъ образомъ, какъ доказываетъ *Целльнеръ*, здѣсь должны возникать явленія сгущенія, подобныя облакамъ. На извѣстной высотѣ облака эти окружаютъ берега шлаковыхъ острововъ, т. е., пятенъ. Намъ же, обитателямъ земли они представляются въ видѣ сѣраго вѣнца, окружающаго пятна и въ общемъ повторяющаго ихъ очертанія. Такъ оно въ дѣйствительности и есть. Такіе вѣнцы получили названіе *пенумбры*, *полутѣней*. Дѣйствительно, они никогда не кажутся такими темными, какъ самыя пятна.

Описанныя движенія въ солнечной атмосферѣ обязаны, слѣдовательно, своимъ возникновеніемъ образованію пятна. Но благодаря этимъ движеніямъ снова уничтожаются условія, приведшія къ образованію пятна: *спокойствіе* и *ясность* атмосферы. Но вотъ пятно образовалось вслѣдствіе пониженія температуры, обусловленнаго сильнымъ излученіемъ теплоты. Теперь дальнѣйшее усиленное излученіе теплоты въ этомъ мѣстѣ прекращается. Охлажденные мѣста могутъ теперь снова достигнуть болѣе высокой температуры. Происходитъ это отчасти благодаря соприкосновенію съ расположенными ниже болѣе горячими частями раскаленной жидкости. Отчасти же здѣсь играетъ роль соприкосновеніе съ притекающими съ болѣе горячихъ мѣстъ массами газовъ. Такъ снова уничтожаются различія въ температурѣ, возникшія вслѣдствіе излученія. Теперь, естественно, распадается и солнечное пятно. Въ солнечной атмосферѣ *снова и снова* создается то первоначальное состояніе равновѣсія, которое вновь порождаетъ условія, приводящія къ новому образованію пятенъ.

На поверхности солнца и въ его атмосферѣ существуютъ, несомнѣнно, разнообразныя условія. Поэтому полное спокойствіе и ясность солнечной атмосферы должны, естественно, носить совершенно случайный характеръ. Когда создадутся такія условія, и долго ли они продлятся, — это остается совершенно неизвѣстнымъ. Одно только можно утверждать: продолжительность существованія пятна должна быть самымъ тѣснымъ образомъ связана съ его величиной. Дѣйствительно, пятно исчезаетъ въ томъ случаѣ, когда уничтожаются существующія температурныя различія. Но допустимъ, что теплопроводность и подвижность соприкасающихся между собой веществъ, стремящихся къ равенству температуры, одинаковы. Въ такомъ случаѣ разница въ температурѣ должна исчезнуть тѣмъ быстрее, чѣмъ меньше размѣры охлажденной и вновь нагрѣваемой массы. Этотъ выводъ точно также вполне подтверждается наблюденіями. Наблюденія показываютъ, что небольшія пятна въ большинствѣ случаевъ недолговѣчны. Только большія, или, правильнѣе, очень большія пятна могутъ существовать въ теченіе нѣсколькихъ оборотовъ солнца вокругъ оси.

Изъ сказаннаго слѣдуетъ, далѣе, что нарушеніе равновѣсія—бури—порождаемое въ солнечной атмосферѣ существованіемъ пятенъ, должно распространяться на тѣмъ большую область этой атмосферы, чѣмъ больше само пятно. Какъ мы знаемъ уже, спокойствіе и ясность солнечной атмосферы суть первыя условія образованія солнечнаго пятна. Этихъ условій, естественно, мы не можемъ встрѣтить вблизи большихъ пятенъ. Поэтому вблизи большихъ пятенъ излишне уже искать другихъ большихъ пятенъ. Наблюденіе давно доказало правильность этого вывода. Если, слѣдовательно, въ какомъ-либо мѣстѣ солнечной атмосферы находится большое пятно, то это служитъ уже препятствіемъ къ образованію другихъ большихъ пятенъ въ теченіе его существованія. Напротивъ, физическія условія солнца очень благопріятствуютъ одновременному возникновенію нѣсколькихъ пятенъ въ предѣлахъ извѣстной области. Легко понять, что если для образованія пятна требуется болѣе продолжительное состояніе спокойствія и ясности солнечной атмосферы, то такое состояніе должно распро-

страняться на сравнительно большую область. Другими словами: значительная продолжительность опредѣленнаго атмосфернаго состоянія возможна лишь при условіи его распространенія на сравнительно большую область. То же самое наблюдаемъ мы и на нашей землѣ. Состояніе нашей атмосферы, погоды, въ общемъ продолжается тѣмъ дольше, чѣмъ больше область, на которую она распространяется. *Целльнеръ* дѣлаетъ отсюда такой чрезвычайно остроумный выводъ. Допустимъ, что мы наблюдаемъ возникновеніе пятна на опредѣленномъ мѣстѣ солнечной поверхности. Мы умозаключаемъ отсюда, что въ этомъ мѣстѣ до возникновенія пятна сравнительно долгое время господствовало относительное спокойствіе и ясность атмосферы. Въ такомъ случаѣ, состояніе это должно было распространяться не только на занятое пятномъ мѣсто, но и на смежныя съ нимъ области. Слѣдовательно, въ предѣлахъ этой области имѣются благоприятныя условія для одновременнаго возникновенія другихъ пятенъ, образованіе послѣднихъ становится здѣсь болѣе вѣроятнымъ, нежели въ болѣе отдаленныхъ пунктахъ. Быть можетъ, какъ это подчеркиваетъ *Целльнеръ*, этимъ обстоятельствомъ возможно объяснить вообще совершенно непонятное появленіе пятенъ группами. Нельзя, конечно, ожидать, что на сравнительно большой области излученія появится одно единственное сплошное пятно. Вѣдь величина отдѣльныхъ пятенъ зависитъ, естественно, не исключительно отъ величины излучающихъ ясныхъ мѣстъ атмосферы—области излученія. Напротивъ, подобно величинѣ нашихъ ледяныхъ глыбъ, она зависитъ также отъ степени сѣвленія продуктовъ охлажденія и отъ спокойствія той жидкости, на которой они плаваютъ.

До сихъ поръ мы ни словомъ не упоминали о возможности существованія такихъ причинъ, благодаря которымъ въ извѣстныхъ областяхъ солнечной поверхности пятна будутъ появляться въ большемъ количествѣ, нежели въ другихъ. Пятна, какъ мы раньше предполагали, могутъ появляться повсюду на солнечной поверхности. Правда, число ихъ и величина въ отдѣльности носятъ совершенно случайный характеръ. Однако, *среднее* число и величина пятенъ всегда должны оставаться неизмѣнными или, какъ выра-

жаются математики, должны представлять *постоянную*. Но, какъ мы знаемъ изъ предыдущаго, этого на самомъ дѣлѣ *нѣтъ*. Число солнечныхъ пятенъ періодически измѣняется, и причину этого измѣненія слѣдуетъ искать въ самомъ солнцѣ. *Целльнерова* теорія солнца легко разрѣшаетъ эти вопросы. Въ данномъ случаѣ только двѣ причины могутъ превратить эту постоянную величину въ переменную. Первая причина — это измѣненіе средней температуры солнца. Въдѣ само собою ясно, что если солнечныя пятна суть продукты охлажденія, то ихъ среднее число и величина должны служить опредѣленнымъ выраженіемъ для степени охлаждения солнца. По мѣрѣ того, какъ температура солнца убываетъ, среднее число продуктовъ охлаждения—пятенъ—должно мало-по-малу возрастать. Въ концѣ концовъ, они должны покрыть всю солнечную поверхность. Въ качествѣ второй причины можно принять взаимную зависимость отдѣльныхъ пятенъ, зависимость ихъ возникновенія, продолжительности ихъ существованія и величины. Мы знаемъ уже, что среднее число и величина пятенъ лишь въ томъ случаѣ могутъ быть постоянной, если отдѣльныя пятна представляютъ собой относительно *случайныя* явленія, т. е., если они независимы другъ отъ друга. Въ противномъ же случаѣ, т. е., при условіи воздѣйствія второй причины, среднее число и величина пятенъ съ теченіемъ времени должны стать переменной. Но какой характеръ носить эта измѣнчивость? Увеличивается ли въ среднемъ это число и величина пятенъ? Быть можетъ, тутъ наблюдается постепенное уменьшеніе? Быть можетъ, тутъ происходитъ колебаніе въ извѣстныхъ границахъ? Иныхъ возможностей измѣненія, помимо только-что указанныхъ, нельзя себѣ представить. Если бы средняя величина числа и размѣровъ солнечныхъ пятенъ непрерывно возрастала или уменьшалась, то это могло бы быть исключительно лишь результатомъ измѣненія температуры солнца. Мы знаемъ, что эта температура съ теченіемъ времени понизилась. Она должна понижаться и дальше. Но это пониженіе совершается настолько медленно, что, съ точки зрѣнія продолжительности человѣческихъ отношеній, его слѣдуетъ считать ничтожно малымъ. Слѣдовательно, мы ни въ какомъ случаѣ не можемъ наблюдать

непрерывнаго уменьшенія числа солнечных пятенъ. Но не наблюдается также и увеличенія числа пятенъ. Слѣдовательно, теорія допускаетъ лишь колебаніе въ извѣстныхъ предѣлахъ. Наблюденія и доказываютъ это на самомъ дѣлѣ. Но этого еще мало. Продолжительность отдѣльныхъ колебаній зависитъ, естественно, главнымъ образомъ отъ тѣхъ же причинъ и условій, какъ и ихъ появленіе. А разъ, какъ это и есть на самомъ дѣлѣ, обстоятельства эти остаются неизмѣнными въ теченіе сравнительно долгаго времени, то и колебаніе въ числѣ пятенъ должно носить періодическій характеръ. Чтобы объяснить теперь періодичность въ числѣ и въ величинѣ солнечныхъ пятенъ, необходимо предположить дѣйствіе второй изъ указанныхъ выше причинъ. Другими словами, необходимо допустить взаимную зависимость пятенъ, зависимость ихъ возникновенія, продолжительности существованія и величины. Для этого достаточно принять, что нарушенія равновѣсія въ атмосферѣ солнца распространяются на довольно обширныя области. Такое допущеніе весьма вѣроятно. Но оно подтверждается также прямыми наблюденіями. Эти послѣднія показываютъ, что во время максимумовъ пятенъ, т. е., во время наибольшаго ихъ числа, по *всей* поверхности солнца совершаются громадныя перевороты. „При этомъ предположеніи—говоритъ *Целльнеръ*—переходъ отъ максимума къ минимуму солнечныхъ пятенъ есть не что иное, какъ громадный процессъ погашенія различій въ давленіи и температурѣ. Онъ совершается одновременно во всей солнечной атмосферѣ. Затѣмъ наступаетъ спокойствіе и ясность атмосферы. Это благоприятствуетъ излученію. А отсюда снова возникаютъ тѣ же различія въ давленіи и температурѣ. А это, въ свою очередь, обусловливаетъ повтореніе всего процесса. При средней постоянной величинѣ различій продолжительность такого процесса выравниванія зависитъ, въ сущности, отъ трехъ обстоятельствъ: отъ проводимости, подвижности и массы тѣхъ тѣлъ, въ которыхъ происходитъ процессъ. Въ данномъ случаѣ распаденіе пятенъ будетъ совершаться, очевидно, тѣмъ быстрѣе, чѣмъ больше проводимость продуктовъ охлажденія, образующихъ пятна, и чѣмъ больше подвижность расположенной надъ этими продуктами атмосферы. Состояніе атмосфернаго спо-

койствія и ясности, наступающее послѣ распадeнiя пятна, есть, какъ мы знаемъ, условіе возникновенiя новыхъ пятенъ. Оно появляется снова тѣмъ скорѣе, чѣмъ меньше масса приведеннаго въ движеніе воздуха. Въ данномъ случаѣ эту массу представляетъ масса всей солнечной атмосферы. Поэтому она должна быть постоянной. Точно также и обѣ другія величины, проводимость и подвижность, будутъ представлять собой постоянныя среднія величины, если имѣть въ виду всю солнечную поверхность въ теченіе продолжительныхъ періодовъ времени. Но если существенныя условія явленія постоянны, то должны быть постоянными и существенные, обусловленные ими, моменты этого явленія. А такимъ моментомъ въ настоящемъ случаѣ является время, протекающее между максимумомъ и минимумомъ числа и величины солнечныхъ пятенъ. Съ другой стороны, по истеченіи громадныхъ промежутковъ времени убыль средней температуры солнца станетъ уже оказывать замѣтное вліяніе на упомянутыя свойства. Въ такомъ случаѣ и продолжительность періодовъ точно также должна будетъ испытать измѣненія. Измѣненія эти при непрерывномъ охлажденіи постепенно положить конецъ всему этому явленію: все солнечное тѣло покроется, въ концѣ концовъ, твердой корой“.

Мы имѣемъ достаточно точныя свѣдѣнія о состояніи солнечныхъ пятенъ и продолжительности ихъ періода приблизительно за 275 лѣтъ. За это время продолжительность періода не испытала никакихъ существенныхъ измѣненій въ указанномъ здѣсь смыслѣ. Такимъ образомъ промежутокъ въ 275 лѣтъ ничтожно малъ въ сравненіи съ тѣмъ временемъ, въ теченіе котораго солнце можетъ испытать замѣтную убыль своей температуры. Съ нѣкоторой вѣроятностью можно заглянуть даже еще глубже въ прошлое и показать, что и въ болѣе отдаленныя времена періодъ солнечныхъ пятенъ имѣлъ уже нынѣшнюю свою продолжительность: приблизительно $11\frac{1}{2}$ года. Исторія повѣствуетъ о случаяхъ поразительнаго потемнѣнiя солнечнаго диска въ различныя времена. Допустимъ, что причиной этихъ потемнѣній было необычайно большое число пятенъ. Допустимъ, далѣе, что эти случаи совпадали со временемъ максимума пятенъ. Продолжительность періода пятенъ намъ извѣстна. Въ такомъ

случаѣ можно изъ совпаденія вычисленныхъ лѣтъ съ тѣми, о которыхъ повѣтствуетъ исторія, опредѣлить продолжительность періода въ прежнія столѣтія.

Слѣдующіе годы можно, несомнѣнно, признать за такіе, когда убыль солнечнаго свѣта исторически установлена: 536, 626, 733, 1091, 1206. Теперь возьмемъ установленную *Вольфомъ* среднюю продолжительность періодовъ въ $11\frac{1}{3}$ года. Примемъ, далѣе, 1860 г. за время средняго максимума пятенъ. Въ такомъ случаѣ мы получимъ года: 533, 622, 733, 1090 и 1202. Года эти, дѣйствительно, лишь мало отличаются отъ историческихъ лѣтъ. Если вычисленный *Вольфомъ* средній періодъ солнечныхъ пятенъ увеличить всего лишь на 8 дней, то получится почти полное совпаденіе. А эта прибавка болѣе чѣмъ въ 17 разъ меньше вѣроятной ошибки, съ какою связана вычисленная *Вольфомъ* продолжительность средняго періода пятенъ. Такимъ образомъ, можно сказать, что періодъ болѣе чѣмъ въ тринадцать столѣтій ничтожно малъ въ сравненіи съ тѣмъ временемъ, въ какое убыль температуры солнца можетъ обнаружиться въ продолжительности періода солнечныхъ пятенъ. Это служитъ новымъ подтвержденіемъ моихъ словъ, что убыль температуры солнца можетъ стать замѣтной для насъ лишь спустя неимоверно громадный промежутокъ времени.

До сихъ поръ я не касался появленія солнечныхъ пятенъ въ различныхъ широтахъ солнечнаго шара. А вѣдь мы знаемъ, что и въ этомъ отношеніи пятна обнаруживаютъ извѣстныя особенности: на опредѣленныхъ широтахъ они появляются въ наибольшемъ количествѣ, въ другихъ, наоборотъ, они встрѣчаются весьма рѣдко. И въ этомъ случаѣ теорія солнца *Целльнера* въ состояніи доказать существованіе такихъ причинныхъ отношеній, которыя, навѣрное, навсегда остались бы намъ неизвѣстными.

Какая же причина порождаетъ это различіе между отдѣльными пунктами солнечнаго диска, въ зависимости отъ широты? Только одну причину можно представить себѣ въ этомъ отношеніи. Эта причина—вращеніе солнца около своей оси. Если бы солнце не вращалось, то тяжесть была бы одинакова во всѣхъ точкахъ его поверхности. Но разъ солнце вращается около оси, это равенство нарушается, тяжесть

увеличивается по мѣрѣ того, какъ вращеніе становится быстрѣе. Но наибольшая скорость вращенія наблюдается на экваторѣ. Начиная отсюда она постепенно убываетъ по направленію къ обоимъ полюсамъ вращенія. А для самихъ полюсовъ она равна нулю. Наибольшее уменьшеніе тяжести вслѣдствіе вращенія должно наблюдаться, слѣдовательно, на экваторѣ. По мѣрѣ возрастанія широты, оно должно убывать. А на полюсахъ оно должно равняться нулю. Такимъ образомъ, дѣйствительно, вращеніе солнца представляетъ собой такую причину, которая порождаетъ различіе между отдѣльными точками солнца, въ зависимости отъ широты. Впрочемъ, уменьшеніе тяжести вслѣдствіе вращенія на солнечномъ экваторѣ незначительно: оно замедляетъ паденіе въ первую секунду менѣе чѣмъ на $1\frac{1}{4}$ линіи. Однако, порождаемая этимъ различія тяжести въ различныхъ широтахъ солнца оказываютъ громаднѣйшее вліяніе на общія движенія и теченія солнечной атмосферы.

Для большей ясности представимъ себѣ равномерно нагрѣтый шаръ, покрытый жидкой оболочкой. Нижніе слои этой жидкой оболочки, непосредственно соприкасающіеся съ горячей поверхностью шара, будутъ нагрѣваться, а верхніе, напротивъ, будутъ охлаждаться вслѣдствіе излученія. Но благодаря нагрѣванію уменьшается удѣльный вѣсъ жидкости нижнихъ слоевъ. Эти послѣдніе стремятся подняться вверхъ. Но, очевидно, это возможно лишь въ томъ случаѣ, если гдѣ-либо въ другомъ мѣстѣ жидкость опускается съ поверхности въ глубину. Но вѣдь мы предполагаемъ во всѣхъ мѣстахъ шара полное равенство условій. Въ такомъ случаѣ, въ отношеніи поднятія или ниспущенія жидкости всѣ мѣста будутъ находиться въ совершенно одинаковомъ положеніи. Поэтому, пока между двумя точками нѣтъ разницы въ условіяхъ, до тѣхъ поръ вообще не можетъ произойти никакого нарушенія равновѣсія въ жидкой оболочкѣ. Но достаточно самой ничтожной разницы, чтобы тотчасъ же исчезло *неустойчивое* равновѣсіе. Тогда жидкіе слои начинаютъ подниматься и опускаться.

Такую разницу мы имѣемъ въ различіи тяжести подъ различными широтами на солнцѣ, которое обусловливается вращеніемъ. Дѣйствительно, оно должно дѣйствовать именно

такимъ образомъ, какъ мы это только что выяснили. На экваторѣ раскаленные части атмосферы должны подниматься вверхъ. Мощные потоки ихъ, поднимаясь *вверхъ*, будутъ изливаться какъ по направленію къ сѣверу, такъ и по направленію къ югу. Въ то же время *снизу* со стороны обоихъ полюсовъ потоки будутъ устремляться къ солнечному эква-



Протуберанцъ 11 іюля 1892 года.

Высота—около 58,000 миль.

тору. Тутъ передъ нами полная аналогія съ тѣми движеніями въ нашей земной атмосферѣ, которыя извѣстны подъ именемъ пассатовъ. Вслѣдствіе болѣе сильнаго нагрѣванія вблизи экватора, теплый воздухъ устремляется вверхъ. Эти теплыя воздушныя массы уносятся съ обѣихъ сторонъ къ полюсамъ. Затѣмъ онѣ все болѣе и болѣе опускаются къ земной поверхности, по мѣрѣ того, какъ теряютъ свою

теплоту. Въ то же время изъ полярныхъ областей массы холоднаго, болѣе тяжелаго воздуха притекають къ экваторіальнымъ странамъ. Онѣ движутся надъ самой земной поверхностью. Онѣ занимають, слѣдовательно, мѣсто того теплаго воздуха, который непрестанно поднимается вверхъ.

На солнцѣ, слѣдовательно, наблюдаются подобныя же теченія въ раскаленной атмосферѣ. Но эти движенія, въ свою очередь, должны, въ концѣ концовъ, обратно вліять на распредѣленіе температуры на поверхности самого огненно-жидкаго солнечнаго шара. *Целльнеръ* замѣчаетъ по этому поводу: „Въ болѣе высокихъ широтахъ верхніе потоки, стремящіеся съ обѣихъ сторонъ экватора, опускаются внизъ, такъ какъ на этомъ пути они теряють въслѣдствіе излученія извѣстную часть своей теплоты. Это та теплота, которую они получили во время своего пути къ экватору при соприкосновеніи съ горячей поверхностью. Такимъ образомъ, полярныя области вращающагося шара всегда омываются болѣе холодными частями движущихся массъ жидкости, нежели экваторіальные пояса. Эти послѣдніе соприкасаются преимущественно съ нижними теченіями, которыя успѣвають нагрѣваться на своемъ пути отъ полюсовъ. Благодаря этому температура экваторіальнаго пояса повышается, температура полярныхъ поясовъ понижается. Такимъ образомъ возникаетъ такое распредѣленіе температуры, которое само по себѣ, даже если бы шаръ не вращался, должно было бы вызвать описанныя теченія въ томъ же самомъ направленіи“.

Эти различія въ температурѣ между экваторіальными и полярными областями солнца теоретически необходимы. Но они не настолько значительны, чтобы ихъ можно было доказать съ помощью измѣреній. *Секки*, на основаніи нѣкоторыхъ наблюденій думалъ, что полярныя области на солнцѣ менѣе теплы, нежели экваторіальныя. Онъ думалъ даже, что сѣверное и южное полушаріе солнца въ отношеніи температуры представляютъ небольшую разницу.

Теперь постараемся выяснитъ то вліяніе, какое наблюдающіяся въ солнечной атмосферѣ теченія оказываютъ на эту послѣднюю. Въ нѣкоторыхъ частяхъ солнечной атмосферы температура понижается. Происходитъ это въ силу двоякаго рода причинъ. Воздушныя массы устремляются на

экваторѣ вверхъ. Благодаря этому онѣ лишаются притекавшей къ нимъ отъ огненно-жидкой солнечной поверхности теплоты. Кромѣ того, онѣ расширяются при подъемѣ, т. е., выполняютъ механическую работу и снова затрачиваютъ на это теплоту. Благодаря обѣимъ этимъ причинамъ температура этихъ воздушныхъ массъ понижается. А вслѣдствіе этого охлажденія часть ихъ газообразныхъ веществъ должна принять видъ облаковъ. Точно также благодаря смѣшенію экваторіальныхъ и полярныхъ воздушныхъ потоковъ происходитъ пониженіе температуры и явленіе сгущенія. Эти продукты сгущенія ни въ какомъ случаѣ не могутъ представляться намъ въ видѣ темныхъ пятенъ. Напротивъ, не подлежитъ сомнѣнію, что они ускользаютъ отъ прямого наблюденія. Дѣйствительно, они обладаютъ еще, вѣроятно, столь высокой температурой, что кажутся необычайно блестящими. Но хотя мы и не въ состояніи наблюдать этихъ сгущеній, однако, существованіе ихъ не подлежитъ никакому сомнѣнію. Мы можемъ съ увѣренностью утверждать, что атмосферныя возмущенія сосредоточены преимущественно въ экваторіальномъ поясѣ и въ областяхъ болѣе высокихъ широтъ солнца. Но между обѣими этими областями, аналогично земнымъ пассатнымъ поясамъ, лежатъ мѣста относительной ясности. Наряду со спокойствіемъ, ясность, какъ мы уже знаемъ, есть главнѣйшее необходимое условіе образованія пятенъ. Такимъ образомъ, области, лежащія между экваторіальными и полярными областями солнца, наиболѣе благоприятны для образованія солнечныхъ пятенъ.

Такъ изящно и съ поразительной легкостью *Целльнеръ* развиваетъ свою теорію путемъ одного только логическаго умозаключенія. Онъ не только выводитъ изъ нея всѣ явленія, наблюдающіяся на солнцѣ, но указываетъ также на факты, необходимость которыхъ подтверждается косвенными наблюденіями. Тутъ передъ нами словно зданіе, построенное въ строго выдержанномъ стилѣ: все гармонично согласуется между собою. Нѣкоторые древніе и новѣйшіе философы пытались построить фактически существующій міръ, исходя изъ однихъ только понятій. Но, въ концѣ концовъ, они пришли лишь къ величайшимъ нелѣпостямъ. На примѣръ же построеній *Целльнера* мы убѣждаемся въ томъ, какъ многого можетъ до-

стигнуть логическое мышленіе, когда, доказывая необходимость извѣстныхъ явленій во вседенной, оно опирается не на пустыя умозрѣнія, а на точное знаніе.

Резюмируемъ коротко еще разъ все то, что выше было сказано относительно солнечныхъ пятенъ, ихъ возникновенія и исчезновенія. Согласно *Целльнеру* мы приходимъ къ такому результату:

„Солнечныя пятна представляютъ собой шлаковидные продукты охлажденія, возникшіе вслѣдствіе излученія теплоты на огненно-жидкой поверхности солнца. Они сами вызываютъ тѣ нарушенія равновѣсія въ атмосферѣ, отъ дѣйствія которыхъ снова разлагаются. Если эти нарушенія носятъ не мѣстный характеръ, а распространяются на болѣе значительную область, то во время такого общаго атмосфернаго движенія образованіе новыхъ пятенъ встрѣчаетъ для себя мало благопріятныхъ условий. Дѣйствительно, въ этомъ случаѣ, поверхность солнца бываетъ лишена самыхъ существенныхъ условий, необходимыхъ для сильнаго пониженія температуры путемъ излученія: тогда нѣтъ спокойствія и ясности атмосферы. Но какъ только послѣ распаденія пятенъ въ атмосферѣ постепенно снова установится спокойствіе, процессъ этотъ начинается вновь. Среднія условія солнечной поверхности для долгихъ промежутковъ времени можно разсматривать, какъ постоянную. Поэтому указанный процессъ приобретаетъ періодическій характеръ. Пространственное распредѣленіе пятенъ должно обуславливаться, согласно этой теоріи, поясами наибольшей атмосферной ясности. Пояса эти, какъ сказано, въ общемъ совпадаютъ съ поясами наиболѣе частаго появленія пятенъ“.

Пятна представляютъ собой, какъ это показываютъ наблюденія, громадныя, шлаковидныя массы. Каждое пятно самымъ фактомъ своего существованія создаетъ на солнечной поверхности такое мѣсто, гдѣ температура должна быть значительно ниже, нежели на мѣстахъ, не покрытыхъ пятнами. Мы не знаемъ величины возникающаго такимъ образомъ пониженія температуры. Въ отдѣльныхъ случаяхъ, какъ это само собою понятно, оно должно быть очень различно. Во всякомъ случаѣ, оно очень значительно, какъ это я тотчасъ же покажу. Возникающее такимъ образомъ въ сол-

нечной атмосферѣ нарушение равновѣсія порождаетъ въ ней, естественно, теченія. Одни изъ нихъ движутся внизъ, другія—вверхъ. Это атмосферное движеніе, какъ это подчеркиваетъ *Целльнеръ*, въ своей восходящей части располагается вокругъ пятенъ. Болѣе горячія части солнечной атмосферы поднимаются въ этомъ случаѣ надъ обыкновеннымъ уровнемъ газобразныхъ слоевъ. Такъ возникаютъ *солнечные факелы*. Нисходящія теченія движутся къ поверхности пятенъ. Вслѣдствіе измѣнившагося излученія тепла снизу, они испытываютъ уже на высотѣ нѣкоторое охлажденіе. Необходимымъ слѣдствіемъ этого является выдѣленіе извѣстной части газобразнаго потока въ видѣ облачныхъ образований. Эти облачныя образования окружаютъ на извѣстной высотѣ шпиковидное пятно и кажутся намъ издали пенумбрами или полутѣнями. Дѣйствительно, въ этихъ полутѣняхъ при достаточномъ увеличеніи можно замѣтить въ большинствѣ случаевъ слон, идущіе въ направленіи къ центру пятна. Пятно въ отдѣльныхъ случаяхъ можетъ лежать значительно ниже верхняго края полутѣней. Поэтому, при значительномъ приближеніи къ краю солнца, вслѣдствіе вращенія послѣдняго около своей оси, можетъ получиться оптический обманъ. Такимъ образомъ съ земли пятно представляется въ видѣ воронкообразнаго углубленія.

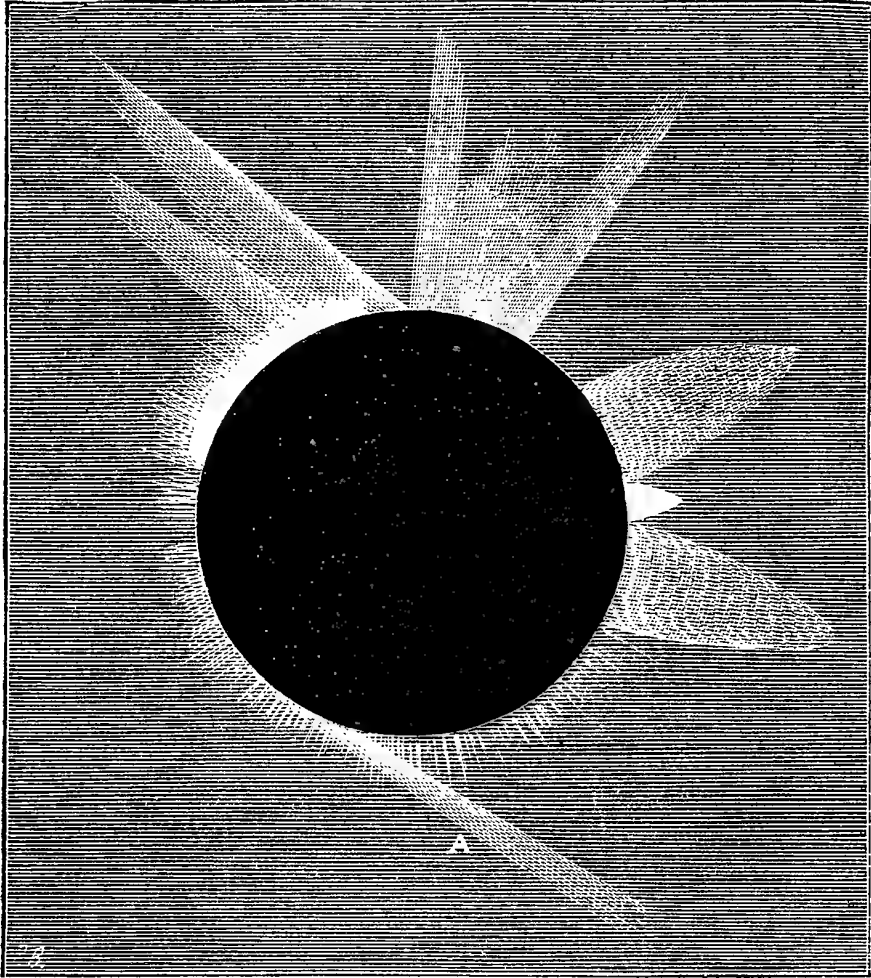
Присмотримся внимательнѣе къ тому, что происходитъ при возникновеніи солнечнаго пятна. Вотъ въ какомъ-либо мѣстѣ солнечной поверхности начинаетъ понижаться температура. Тотчасъ же появляются атмосферныя теченія. Нисходящая часть ихъ направлена въ сторону болѣе холоднаго мѣста. Въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ этими нисходящими потоками должны быть восходящіе потоки. *Солнечные факелы* можно разсматривать, какъ слѣдствіе поднимающихся вверхъ воздушныхъ теченій, обусловленныхъ разницей въ температурѣ. Отсюда легко понять, что образованіе *солнечныхъ факеловъ* очень часто должно предшествовать возникновенію солнечныхъ пятенъ. Въ то же время солнечные факелы, въ среднемъ, должны вообще обладать большей долговѣчностью. Вѣдь они полагаютъ начало и завершаютъ собой существованіе солнечныхъ пятенъ. Наблюденіе показываетъ, что эти теоретическіе выводы вполне подтверждаются дѣй-

ствительностью. Согласуется съ теоріей и слѣдующій фактъ: въ большинствѣ случаевъ вскорѣ послѣ появленія факеловъ, имѣющихъ видъ вѣнца, появляется солнечное пятно. Точно также факелы вообще чаще всего наблюдаются въ обоихъ поясахъ солнечныхъ пятенъ. Но *факелы* встрѣчаются одинаково часто вплоть до самыхъ солнечныхъ полюсовъ. Между тѣмъ большія пятна здѣсь не появляются. Такимъ образомъ въ болѣе высокихъ широтахъ солнца должна дѣйствовать какая-то причина, мѣшающая своевременному образованію пятенъ, начало которому полагается факелами. Быть можетъ, блестящія, въ большинствѣ случаевъ нитевидныя развѣтвленія въ высокихъ солнечныхъ широтахъ не суть *настоящіе* солнечные факелы. Вѣроятно, они представляютъ собой лишь болѣе яркія мѣста солнечной поверхности, которыя становятся видимыми черезъ промежутки между областями происходящихъ тамъ атмосферныхъ возмущеній. Наблюденіе показываетъ также, что факелы яснѣе всего видны вблизи солнечныхъ краевъ. Причина этого явленія чисто оптическая. Это легко понять, если вспомнить, что факелы суть раскаленные восходящія массы, высоко поднимающіяся въ солнечную атмосферу. Представимъ себѣ какую-нибудь точку на раскаленной солнечной поверхности. Пусть она кажется намъ находящейся посерединѣ солнечнаго диска. Свѣтъ, ниспосылаемый этой точкой, доходитъ до насъ черезъ слои солнечной атмосферы. Допустимъ теперь, что въ этой солнечной атмосферѣ находится свѣтящаяся масса. Пусть она лежитъ *надъ* солнечной поверхностью, а намъ кажется находящейся посерединѣ солнечнаго диска, въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ только что упомянутой точкой. Допустимъ, даѣе, что эта свѣтящаяся масса сама по себѣ излучаетъ совершенно столько же свѣта, какъ и расположенная вблизи указанной точки. Все же, она должна казаться намъ *ярче* этихъ послѣднихъ. Вѣдь ея лучи проходятъ менѣе длинный путь черезъ солнечную атмосферу, слѣдовательно, они въ меньшей степени ослабляются, нежели лучи расположенной ниже собственной солнечной поверхности. Эта разница въ яркости зависитъ, слѣдовательно, отъ разницы тѣхъ путей, какіе пробѣгаютъ въ солнечной атмосферѣ лучи свѣта на своемъ пути къ глазу наблюдателя. Эта разница

становится тѣмъ больше, чѣмъ больше обѣ свѣтящіяся точки приближаются, благодаря вращенію, къ краю солнечнаго диска. Слѣдовательно, и разница въ яркости должна стать больше. Или, другими словами: факелы вблизи солнечнаго края должны казаться свѣтлѣе, нежели въ сосѣдствѣ съ центромъ солнца. Спектроскопически солнечные факелы не обнаруживаютъ никакого отличія отъ нормальнаго солнечнаго спектра, за исключеніемъ, конечно, большей яркости цвѣтной полосы.

Къ величественнѣйшимъ явленіямъ въ природѣ принадлежатъ *солнечныя затменія*. Это въ особенности слѣдуетъ сказать о полныхъ затменіяхъ. Въ прежнія времена они наводили ужасъ на людей. Полныя затменія продолжаются всего лишь нѣсколько минутъ. Въ это время солнце бываетъ скрыто отъ нашего взора темнымъ, какъ ночь, дискомъ луны. Оба свѣтила словно висятъ тогда другъ на другѣ на небѣ. Небо и земная поверхность освѣщаются необыкновеннымъ, волшебнымъ свѣтомъ. Такое освѣщеніе обуславливается, главнымъ образомъ, вѣнкомъ свѣтлыхъ лучей—*короной*, которая появляется въ это время вокругъ темнаго диска луны. Она снова исчезаетъ при появленіи первыхъ солнечныхъ лучей. Уже Плутархъ упоминаетъ о такомъ вѣнкѣ лучей. Корона эта появляется при всякомъ полномъ солнечномъ затменіи. Но до настоящаго времени никакъ не удастся сдѣлать корону видимой для человѣческаго глаза въ другое время. Поэтому ее можно наблюдать только въ рѣдкія и очень короткія мгновенія полнаго солнечнаго затменія. По этой именно причинѣ мы такъ мало знаемъ до сихъ поръ о природѣ короны. Но можно, кажется, согласиться съ мнѣніемъ *Кеплера*, что корона представляетъ собой наружную часть свѣтящейся солнечной атмосферы. Спектральный анализъ открылъ въ свѣтѣ короны зеленую линію. Такой линіи мы не встрѣчаемъ ни въ одномъ изъ спектровъ извѣстныхъ намъ земныхъ тѣлъ. Поэтому, мы имѣемъ здѣсь дѣло съ совершенно неизвѣстнымъ намъ элементомъ. Онъ получилъ названіе „коронія“. Онъ встрѣчается въ коронѣ еще на высотѣ 90.000 миль надъ поверхностью солнца. Кромѣ этой линіи, въ коронѣ нашли при помощи спектроскопа еще другія свѣтлыя линіи. Отсюда слѣдуетъ,

что она обладает самостоятельнымъ свѣтомъ, т. е., представляетъ собой раскаленную, состоящую изъ мельчайшихъ частицъ матерію. Повидимому, форма короны претерпѣваетъ



Солнечная корона.

Наблюдалась въ Россіи во время затменія 7 августа 1887 года.

періодическія измѣненія, въ одиннадцатилѣтній періодъ времени. Но окончательно это еще не выяснено. Фотографическіе снимки обнаружили, наконецъ, въ коронѣ удивительныя полосы, которыя сильно напоминаютъ хвосты ко-

метъ. Во время полного солнечнаго затмения 21 декабря 1889 года проф. *Шеберле* въ Чили получилъ на фотографической пластинкѣ туманное пятно надъ краемъ солнца. Оно отстояло отъ солнца на $\frac{3}{4}$ его поперечника. Вѣроятно, это



Солнечная корона.

Наблюдалась Секки въ Испаніи въ 1860 года.

были комета, а, быть можетъ, вещество короны, выброшенное въ міровое пространство.

Наряду съ солнечными пятнами и солнечными факелами, на поверхности нашего центральнаго тѣла можно отмѣтить еще нѣкоторыя другія замѣчательныя явленія. Долгое время явленія эти можно было наблюдать только въ теченіе нѣ-

сколькихъ мгновеній при полныхъ солнечныхъ затмѣнїяхъ. Эти послѣднїя вообще не представляютъ собой частаго явленїя. Но въ настоящее время, благодаря успѣшному примѣненїю спектральнаго анализа, мы можемъ наблюдать эти явленїя во всякое время, когда солнце появляется на небесномъ сводѣ. Я имѣю въ виду огненнаго цвѣта выступы у края солнца, которые носятъ названїя *протуберанцевъ*.

При полномъ солнечномъ затмѣнїи 12 мая 1706 года *Станнианъ* въ Бернѣ впервые наблюдалъ протуберанцы въ видѣ зубчатой каймы кроваво-краснаго цвѣта. Наблюдалъ онъ ихъ короткое время, незадолго передъ тѣмъ, какъ край солнца скрылся за темнымъ дискомъ луны. Это наблюденїе впоследствии было подтверждено нѣкоторыми другими астрономами. Оно было даже расширено. Но, поразительная вещь, въ то же время совершенно не обратили никакого вниманїя на важность этого явленїя для теорїи физическаго строенїя солнца. Поэтому *Араго*, въ виду ожидавшагося въ 1842 г. солнечнаго затмѣнїя, снова долженъ былъ напомнить астрономамъ объ этомъ явленїи. Съ тѣхъ поръ при всякомъ полномъ солнечномъ затмѣнїи стали наблюдать уже и протуберанцы, въ видѣ зубцовъ, языковъ пламени или облаковъ, появляющїеся позади темнаго края луны. Однако, несмотря на самые оживленные споры, эти наблюденїя въ то время нисколько не выяснили истиннаго состоянїя солнечнаго шара. Въ то время среди астрономовъ царили совершенно несостоятельные въ физическомъ отношенїи взгляды на природу солнца. Протуберанцы принимали за освѣщенные массы облаковъ, форма которыхъ, какъ думали, измѣняется сравнительно медленно. Въ нихъ не усматривали того, что они есть на самомъ дѣлѣ: раскаленные выступы, образующїеся благодаря физико-химическому процессу необычайной силы. Только спектральный анализъ разбилъ ледъ, сковывавшїй старое воззрѣнїе. Онъ убѣдительно доказалъ, что протуберанцы суть не что иное, какъ громадныя массы газовъ, среди которыхъ главную роль играетъ раскаленный водородъ. Я не стану разбирать здѣсь основъ этого необычайно плодотворнаго анализа свѣта при помощи призмы. Поразительное примѣненїе этого самаго младшаго члена въ ряду физическихъ наукъ повсюду вызвало большой интересъ. Поэтому всякій образо-

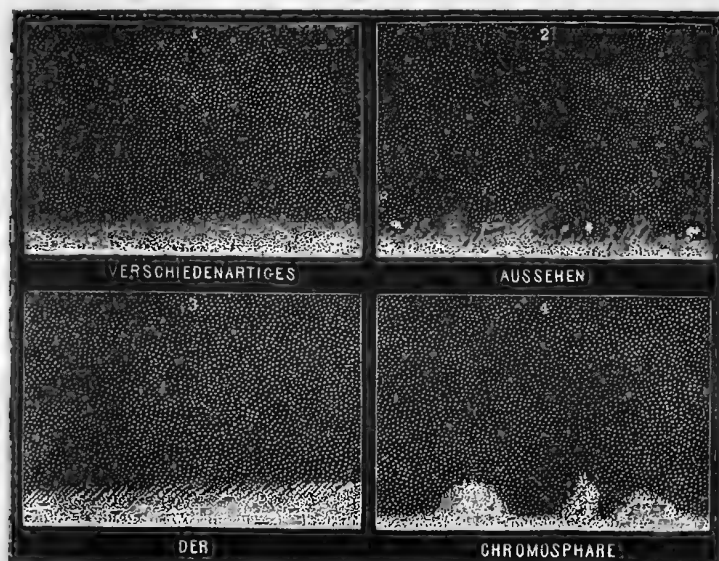
ванный человекъ, несомнѣнно, знакомъ уже съ основами спектральнаго анализа. Я хочу напомнить только здѣсь, что солнечное затменіе 18 августа 1868 г. впервые дало возможность испробовать силу новаго анализа при изслѣдованіи протуберанцевъ. Произведенныя наблюденія вполне удались. Была выяснена истинная природа протуберанцевъ. Была доказана общая правильность взглядовъ *Кирхгофа* относительно состоянія солнца. Всѣмъ этимъ мы обязаны полному солнечному затменію 18 августа 1868 года. Такъ, это солнечное затменіе навсегда сохранить о себѣ память въ лѣтописяхъ науки.

Однако, примѣненіе спектральнаго анализа къ изслѣдованію протуберанцевъ было бы въ высшей степени неудовлетворительно, если бы намъ приходилось ограничиваться рѣдкими случаями полнаго солнечнаго затменія. Но развитіе науки неизбѣжно приводитъ къ тому, что всякій прогрессъ влечетъ за собой новые и новые успѣхи, всякій новый путь открываетъ новые и новые пути. Такъ, пытливый духъ человѣческій проникаетъ все глубже и глубже въ познаніе окружающихъ насъ явленій природы. Еще до полнаго солнечнаго затменія одинъ страстный любитель астрономіи, *Нормэн Локіеръ* въ Лондонѣ, исходя изъ извѣстныхъ теоретическихъ соображеній, пришелъ къ очень важному выводу относительно примѣненія спектроскопа къ изученію освѣщенныхъ атмосферныхъ массъ вокругъ солнца и къ изслѣдованію выступающихъ надъ его краемъ протуберанцевъ. Этотъ выводъ гласитъ: протуберанцы должны обнаруживать свое существованіе на краю солнца благодаря свѣтлымъ линіямъ своихъ спектровъ не только въ моментъ полнаго солнечнаго затменія, но и во всякое время. Къ сожалѣнію, первоначально въ его распоряженіи не было подходящаго спектроскопа. Онъ не могъ, такимъ образомъ, на дѣлѣ доказать правильность своихъ теоретическихъ выводовъ. Но вскорѣ Королевское Общество въ Лондонѣ приобрѣло подходящий инструментъ. 20 октября 1868 г. Локіеръ увидѣлъ спектръ протуберанца. Въ тотъ же самый день онъ показалъ его секретарю Королевскаго Общества, д-ру *Шарсею* (Sharsey). Между тѣмъ посланные въ Индію европейскіе ученые наблюдали полное солнечное затменіе 18 августа. Но отъ нихъ не было

еще получено никакихъ извѣстій. 26 октября появились первыя извѣстія французскаго наблюдателя *Жансена*. И вотъ оказалось, что этотъ послѣдній также пришелъ къ мысли отыскивать линіи протуберанцевъ на яркомъ краю солнца по окончаніи затменія. Его попытка увѣнчалась успѣхомъ. Но когда *Жансенъ* 18-го августа, во время полнаго затменія, пораженный сильнымъ блескомъ спектральныхъ линій протуберанцевъ, воскликнулъ: „Je reverrai ces lignes là! — Я увижу эти линіи!“ — онъ не имѣлъ еще ни малѣйшаго представленія объ основахъ того метода, на которомъ покоится возможность вторично наблюдать свѣтлую линію. Но эти основы въ то время давно уже и правильно были выяснены *Локіеромъ*. Онъ созерцалъ уже духовнымъ взоромъ протуберанцы, въ то время какъ спектроскопъ, при помощи котораго его тѣлесный взоръ впервые увидалъ ихъ, лежалъ еще незаконченнымъ въ мастерской механика. Впослѣдствіи этотъ методъ достигъ большого совершенства благодаря *Гелинсу*, *Локіеру*, *Секки* и въ особенности *Целльнеру*. Въ настоящее время можно наблюдать не только свѣтлыя спектральныя линіи, но прямо цѣлыя протуберанцы въ ихъ настоящемъ видѣ. Эти наблюденія значительно расширили и усовершенствовали наши знанія относительно физическаго состоянія солнца.

Согласно этимъ наблюденіямъ огненно-жидкое ядро, собственное солнце, окружено газообразной оболочкой, которая получила названіе *хромосферы*. Эта газообразная оболочка находится, слѣдовательно, посерединѣ между собственной поверхностью солнца, ниспосылающей лучи бѣлаго свѣта, и внѣшней солнечной атмосферой. Если наблюдать ее съ земли, то кажется, словно она окаймляетъ край солнца только на извѣстной широтѣ. Однако, съ помощью достаточно хорошихъ инструментовъ хромосферу можно наблюдать во всякое время и во всѣхъ точкахъ солнечнаго края. Если широко открыть щель сильнаго спектроскопа, то вполне ясно можно различить даже внѣшнюю границу хромосферы. Она словно усыяна мелкими, косо посаженными щетинками. Но это не что иное, какъ потоки раскаленныхъ газовъ. Если щель узка, то существованіе хромосферы обнаруживается въ появленіи извѣстныхъ свѣтлыхъ линій. Линіи

эти вмѣстѣ съ тѣмъ выясняютъ намъ природу тѣхъ веществъ, изъ которыхъ состоитъ хромосфера. При этомъ выяснилось, что хромосфера главнымъ образомъ состоитъ изъ раскаленного водорода. Въ то же время выяснился поразительный фактъ: составъ этихъ глубочайшихъ слоевъ оболочки солнца не является неизмѣннымъ: иногда извѣстныя раскаленные вещества проникаютъ въ хромосферу изъ собственной солнечной поверхности. Такъ, постепенно было



Хромосфера.

выяснено, что кромѣ водорода по временамъ въ хромосферѣ въ состояніи раскаленныхъ газовъ появляется магній, железо, барій, кальцій, титанъ, марганецъ, хромъ и натрій. Наблюденіе надъ полнымъ солнечнымъ затменіемъ 22 декабря 1870 г. обнаружило, кромѣ того, въ спектрѣ хромосферы зеленую линію. Ея нельзя приписать ни одному изъ извѣстныхъ земныхъ веществъ. Вѣроятно, она принадлежитъ какому-либо новому элементу. До сихъ поръ остается невыясненнымъ окончательно, покоится ли хромосфера непосредственно на солнечной поверхности. Секки въ Римѣ полагалъ, что между солнечной поверхностью и хромосферой лежитъ еще узкій слой, отдѣляющій ихъ другъ отъ

друга. Онъ основывалъ это свое утвержденіе на извѣстныхъ наблюденіяхъ, производившихся имъ въ началѣ 1869 года. Изъ этихъ наблюденій вытекало, что между розовымъ слоемъ хромосферы и краемъ солнца лежитъ небольшое пространство, шириною не больше двухъ-трехъ угловыхъ секундъ. Спектръ этого пространства не пересѣкается ни свѣтлыми, ни темными линиями, онъ, скорѣе совершенно сплошной. Ни *Локиеръ*, ни другіе астрономы никогда не наблюдали этого промежуточного слоя. Они вообще отрицаютъ самое его существованіе. Но самъ *Секки* заявлялъ, что очень трудно замѣтить этотъ слой. Это возможно только, по его словамъ, при очень благоприятныхъ обстоятельствахъ. Совершенно невозможно, говоритъ онъ, наблюдать это явленіе, если не принять двухъ существенныхъ мѣръ предосторожности. Во-первыхъ, изображеніе солнца необходимо увеличить, для того, чтобы видимая ширина узкаго промежуточного слоя увеличилась и стала шире щели спектроскопа. Во-вторыхъ, длину щели нужно уменьшить, чтобы спектръ не былъ слишкомъ широкимъ. Такимъ образомъ можно получить почти прямолинейную часть солнечнаго края. Но безъ этихъ приспособленій лучи различныхъ точекъ кривой дуги смѣшиваются въ спектрѣ, и явленіе становится совершенно неяснымъ. Если такой слой дѣйствительно существуетъ, то онъ долженъ обнаруживаться и при полныхъ солнечныхъ затменіяхъ. Дѣйствительно, *Секки* обращаетъ вниманіе на слѣдующій фактъ: во время полного солнечнаго затменія, которое онъ наблюдалъ въ 1860 г. въ Испаніи, сперва исчезъ очень рѣзко солнечный край, затѣмъ появился очень яркій свѣтовой слой и, наконецъ, розовый слой протуберанцевъ, т. е., то, что въ настоящее время называется *хромосферой*. Нѣчто подобное наблюдалъ уже за девять лѣтъ до *Секки* *Юлій Шмидтъ* во время полного солнечнаго затменія 8 іюля 1851 года. „Приблизительно за четыре секунды до конца полного затменія—сообщалъ этотъ астрономъ — я неожиданно увидалъ, какъ по краю луны движется яркій красный свѣтъ въ видѣ двухъ очень нѣжныхъ линий. Движеніе это направлялось отъ корней двухъ протуберанцевъ къ серединѣ раздѣлявшаго ихъ пространства. Казалось, словно раскаленный до-красна металлъ те-

четь черезъ темный край луны. Однако, это кажущееся движеніе было лишь слѣдствіемъ движенія луны. За полторы секунды до конца полнаго затменія обѣ линіи соединились въ серединѣ въ полную, чрезвычайно тонкую дугу яркаго розовато-краснаго цвѣта. На всемъ своемъ протяженіи дуга, казалось, состояла изъ очень большого числа мельчайшихъ протуберанцевъ. Нѣкоторые изъ нихъ выдавались нѣсколько надъ самою дугой. Я ожидалъ, что въ моментъ образованія этой дуги появится солнечный свѣтъ. Но въ то же самое мгновеніе красная кривая линія отдѣлилась отъ темнаго края луны, и между ними появилась серебристо-бѣлая, чрезвычайно яркая свѣтлая линія. Она была расположена концентрически съ красной линіей, но рѣзко отдѣлялась отъ нея, а еще больше отъ луны. Я наблюдалъ ее, вѣроятно, въ теченіе секунды. Въ виду незначительной яркости, я сомнѣвался еще, наступилъ ли конецъ полнаго затменія. Вдругъ, словно лучъ молніи, блеснулъ настоящій свѣтъ солнца. Онъ имѣлъ серпообразную форму и отличался ослѣпительнымъ блескомъ. Въ то же мгновеніе исчезъ весь рядъ изумительныхъ явленій“. Это наблюденіе и описаніе носитъ вполне опредѣленный характеръ, оно такъ ясно, какъ этого и слѣдовало ожидать отъ такого тонкаго наблюдателя, какъ астрономъ *Юл. Шмидтъ*. Оно могло бы рѣшить вопросъ о промежуточномъ слоѣ между солнцемъ и хромосферой безусловно въ пользу мнѣнія *Секки*. Но тутъ имѣется одно обстоятельство, которое вызываетъ еще сомнѣнія. Это—преломленіе лучей въ солнечной атмосферѣ. Вслѣдствіе этого преломленія лучей вокругъ края солнечнаго диска должна появиться еще узкая кайма, принадлежащая противоположной сторонѣ солнца. Когда мы прямо смотримъ на солнечный дискъ, мы не можемъ вообще замѣтить этой каймы. Но различные факты говорятъ въ пользу того, что во время полныхъ солнечныхъ затменій, когда обращенная къ намъ сторона солнца закрыта, мы случайно можемъ ее видѣть. Допустите, что при наблюденіяхъ *Шмидта* и *Секки* 1851 г. имѣло мѣсто именно это. Въ такомъ случаѣ наблюденія эти, естественно, нисколько не доказываютъ существованія „промежуточнаго слоя“. Въ противномъ же случаѣ, существованіе этого послѣдняго можно было бы считать доказаннымъ.

Хромосфера, какъ газообразная оболочка солнца, должна быть плотнѣе всего въ своихъ болѣе глубокихъ слояхъ, ближайшихъ къ солнечной поверхности. То же самое наблюдается въ нашей, земной, атмосферѣ. Этотъ фактъ необходимо вытекаетъ изъ физическихъ основаній. Онъ вполне подтверждается спектрально-аналитическими наблюденіями. Если наблюдать спектръ водорода при различныхъ давленіяхъ и температурахъ, то можно замѣтить, что характерныя для него полосы становятся шире. Профессоръ *Липпихъ* теоретическимъ путемъ нашелъ, что это расширение для всѣхъ безъ исключенія газовъ стоитъ въ совершенно опредѣленномъ отношеніи къ давленію, подъ которымъ они находятся, и къ ихъ температурѣ. По отношенію къ раскаленной газообразной солнечной оболочкѣ, хромосферѣ, отсюда вытекаетъ, что въ нижнихъ частяхъ свѣтлыя спектральныя линіи обладаютъ наибольшей шириной. Напротивъ, въ болѣе высокихъ областяхъ онѣ должны быть уже. Такъ оно, въ дѣйствительности, и наблюдалось. Такъ, нашли, что зеленая линія водорода въ хромосферѣ принимаетъ форму острія стрѣлы: внизу она шире всего, а сверху постепенно становится уже и заканчивается, наконецъ, остріемъ. Съ теченіемъ времени число изслѣдованій надъ этимъ предметомъ увеличится. Тогда эта особенность спектральныхъ линій позволитъ намъ выяснитъ очень многое относительно температуры и давленія въ хромосферѣ. Въ настоящее же время произведенные въ этомъ направленіи опыты еще не привели къ цифровымъ результатамъ. Во всякомъ случаѣ, мы и здѣсь снова убѣждаемся въ томъ, какъ необычайно далеко ушла наука за послѣдніе годы. Дѣйствительно, кому бы нѣсколько десятилѣтій тому назадъ не показалось глупостью желаніе опредѣлить путемъ наблюденій давленіе и температуру тѣхъ слоевъ солнца, которые лежатъ непосредственно надъ поверхностью этого свѣтила?

Протуберанцы своими основаніями уходятъ въ хромосферу. Но нерѣдко они поднимаются вверхъ надъ ней до высотъ, поистинѣ изумительныхъ. Экваторіальный діаметръ земли съ того разстоянія, на какомъ находится солнце, образуетъ, какъ извѣстно, уголъ всего лишь въ 17,7 секунды. Припомнимъ, далѣе, что линія длиною въ 1718 географическихъ миль при

такомъ разстояніи не составитъ даже 18 угловыхъ секундъ. Въ такомъ случаѣ, протуберанцы, достигающіе въ вышину 2 или даже 3 угловыхъ минутъ, представляютъ такія образованія, которыя по своей величинѣ во много разъ превосходятъ всю землю. Если бы нашъ земной шаръ можно было бросить на одну изъ этихъ раскаленныхъ газовыхъ колоннъ, то онъ исчезъ бы въ ней, какъ небольшой кусочекъ угля, брошенный въ кузнечный горнъ. Весь этотъ громадный земной шаръ съ своими материками, островами, морями и океанами — какъ ничтожно малъ онъ наряду съ однимъ изъ этихъ многочисленныхъ раскаленныхъ потоковъ, которые непрестанно возносятся вверхъ надъ солнечной поверхностью.

Протуберанцы по своей формѣ могутъ быть распредѣлены на два главныхъ класса: на *облачные* и *изверженные*. Мы слѣдуемъ въ данномъ случаѣ примѣру *Шперера*. Первые сильно напоминаютъ наши земныя облака. Они свободно рѣютъ надъ хромосферой. Насколько можно судить по наблюденіямъ съ земли, они измѣняютъ свой общій видъ не такъ быстро, какъ вторая форма протуберанцевъ. Изверженные протуберанцы чрезвычайно разнообразны по своей формѣ: то они имѣютъ видъ огненныхъ языковъ; то походятъ на крутыя горы или остроконечныя пирамиды; то поднимаются вверхъ надъ краемъ солнца, напоминая собой клубящійся вихрь и неожиданно сгибаясь въ своей верхней части почти подъ прямымъ угломъ. Это словно отвѣсно восходящее облако дыма, которое встрѣчаетъ на своемъ пути воздушное теченіе и отклоняется имъ въ сторону.

Формы нашихъ облаковъ зависятъ отъ совмѣстнаго дѣйствія различныхъ воздушныхъ теченій, а не отъ образующихъ ихъ водяныхъ пузырьковъ. На солнцѣ наблюдаются подобныя же теченія, какъ и въ нашей атмосферѣ. Поэтому заранѣе можно было ожидать, что, разъ здѣсь становятся для насъ видимыми сгущенныя, раскаленные массы газовъ и паровъ, ихъ внѣшнія формы должны представлять большое сходство съ формами нашихъ облаковъ.

Въ обыкновенныхъ облачныхъ протуберанцахъ, согласно изслѣдованіямъ *Шперера*, „благодаря силѣ изверженія водорода увлекаются вверхъ и другія массы. Но вслѣдствіе рас-

ширенія водорода температура понижается. Эти массы, какъ менѣе свѣтлыя, становятся невидимыми. Первоначально онѣ ностолько разсѣиваются, что при этомъ не можетъ образоваться пятенъ. Въ изверженныхъ протуберанцахъ такого расширенія водорода не наблюдается. При болѣе высокой температурѣ поднявшіяся массы остаются свѣтящимися близъ поверхности. Надъ этимъ образуются темныя облака (охлажденные массы, продукты сгорания). А стремящіеся со всѣхъ сторонъ къ болѣе горячей поверхности вихри сгоняють въ кучу темныя вещества. Эти послѣднія въ видѣ темныхъ облаковъ опускаются на поверхность и тушатъ здѣсь низкіе протуберанцы. Образующееся такимъ путемъ *пятно* служитъ центромъ для стекающихся отовсюду вихрей. Такъ называемыя, свѣтлыя нити въ ядрахъ солнечныхъ пятенъ суть щели. Черезъ эти щели не только виднѣется нижняя поверхность факеловъ, но иногда сквозь нихъ прорываются даже изверженные протуберанцы“.

Въ одной изъ позднѣйшихъ своихъ работъ *Шпереръ* высказался подробнѣе о тѣхъ явленіяхъ, которыми начинается образованіе пятенъ. Яркій блескъ факеловъ дѣлаетъ, по его мнѣнію, несомнѣннымъ, что факелы слѣдуетъ разсматривать, какъ болѣе горячія мѣста солнечной поверхности. Отсюда необходимо слѣдуетъ, что надъ ними должны развиваться восходящія воздушныя теченія. А вслѣдствіе этого къ этимъ болѣе горячимъ мѣстамъ со всѣхъ сторонъ долженъ устремляться воздухъ. Восходящее теченіе на извѣстной высотѣ должно привести къ образованію продуктовъ охлажденія. А боковыя притекающія теченія, по мнѣнію *Шперера*, должны придать ему большую плотность. Такъ оно становится видимымъ для насъ въ формѣ *облака*. Но разъ дѣло дѣйствительно обстоитъ такимъ образомъ, то, очевидно, процессъ этотъ не можетъ остановиться на уплотненіи. Облако, представляющееся намъ только пятномъ, необходимо должно развивать вращательное движеніе. На сѣверномъ полушаріи солнца оно будетъ совершаться въ направленіи сѣверъ-западъ-югъ-востокъ, а въ южномъ—въ направленіи сѣверъ-востокъ-югъ-западъ. Причиной этого служить вращеніе солнца. Оно отклоняетъ воздушныя теченія, направляющіяся къ центру. Этотъ выводъ, необходимо

вытекающей изъ допущеній *Шперера*, безспоренъ. И, дѣйствительно, нѣкоторыя пятна обнаруживаютъ движенія въ соотвѣтствующемъ направленіи. Правда, самъ *Шпереръ* рѣшительно предостерегаетъ противъ допущенія вращательнаго движенія пятенъ. По его мнѣнію, можно говорить, скорѣе, только о насильственномъ увлеченіи этихъ послѣднихъ подъ вліяніемъ непрестанныхъ измѣненій, именно подъ вліяніемъ новообразованій на одномъ и распадений на другомъ концѣ. Эти измѣненія въ отдѣльныхъ частяхъ новообразовавшейся группы, согласно *Шпереру*, слѣдуетъ объяснять отчасти различной высотой различныхъ частей облаковъ и постепеннымъ опусканіемъ этихъ послѣднихъ. Послѣ образованія пятенъ развиваются направленные внизъ теченія. „Пониженіе температуры въ верхней части облака, которое, согласно спектральнымъ наблюденіямъ, должно быть очень значительно, вызываетъ опусканіе болѣе высокихъ воздушныхъ слоевъ. Благодаря этому, обратно, можетъ увеличиваться образованіе облаковъ и могутъ усиливаться направленные внизъ теченія. (Если бы не было другихъ вліяній, то пятно могло бы такимъ образомъ расти безгранично). Нисходящія теченія должны искать себѣ въ облакахъ какого-либо бокового выхода и, при полной правильности, должны расходиться во всѣ стороны. Благодаря этому сосѣдніе протуберанцы будутъ отклоняться въ направленіи отъ пятна. Такія расходящіяся въ разныхъ направленіяхъ движенія, дѣйствительно, наблюдаются у пятенъ и группъ, но не въ самомъ началѣ, а позднѣе. *Шпереръ* усматриваетъ въ этомъ доказательство существованія нисходящихъ теченій, послѣ того, какъ гдѣ-либо въ другомъ мѣстѣ уже положено начало образованію пятенъ.

Такова вкратцѣ теорія солнечныхъ пятенъ *Шперера*. Я не могу, въ сущности, усмотрѣть здѣсь никакой *принципіальной* разницы съ теоріей *Целльнера*. Можно было бы, пожалуй, усматривать ее въ слѣдующемъ: по теоріи *Целльнера* шлаки солнечныхъ пятенъ плаваютъ на самой поверхности солнца, а по теоріи *Шперера* наполненные продуктами сгорания облака солнечныхъ пятенъ плаваютъ въ извѣстныхъ областяхъ солнечной атмосферы. Но дѣйствительно ли солнечная поверхность такъ же рѣзко отдѣлена отъ атмосферы, какъ на нашей

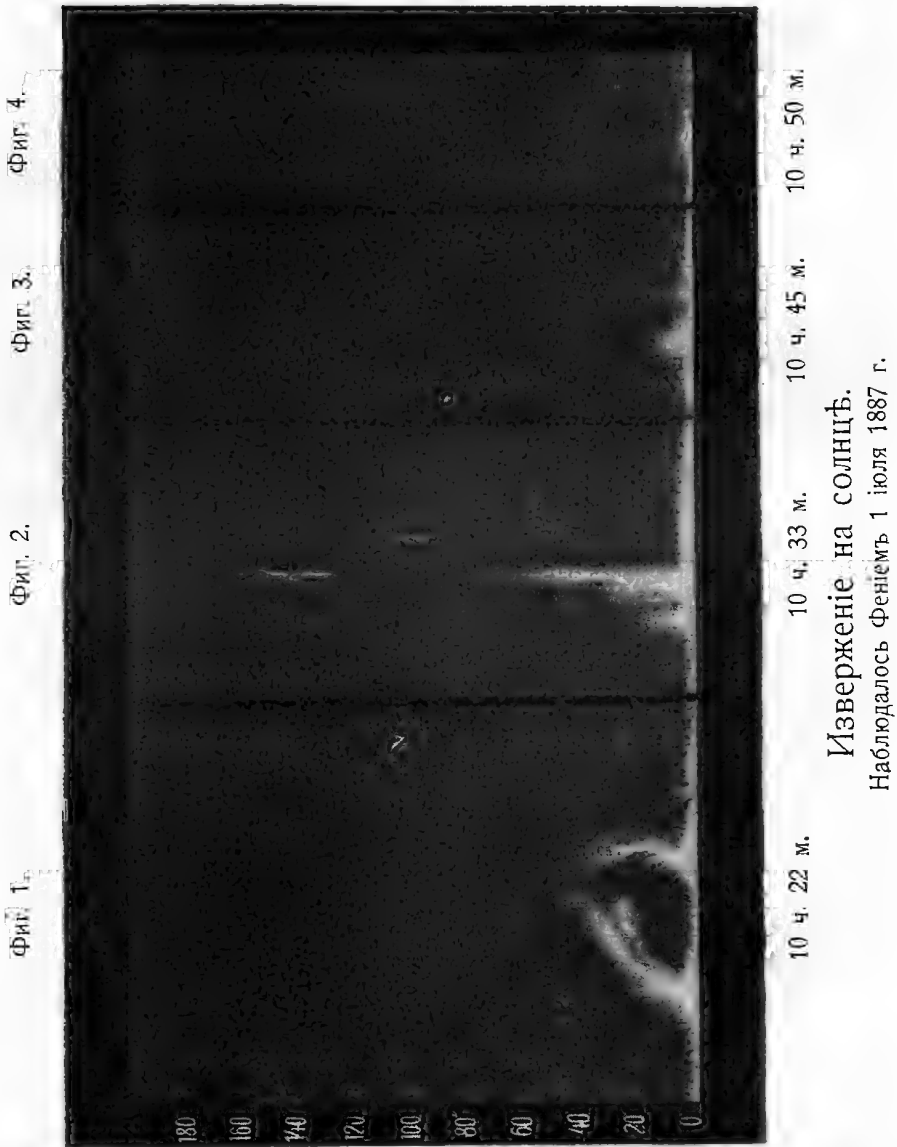
планетѣ поверхность моря отдѣляется отъ воздушнаго океана? Это болѣе чѣмъ сомнительно.

Знаменитый наблюдатель *Секки* въ Римѣ очень много занимался изученіемъ солнца. Онъ точно также создалъ теорію солнечныхъ пятенъ, съ которой я долженъ теперь познакомить васъ. *Секки* исходилъ изъ того факта, что пятнамъ предшествуютъ яркіе протуберанцы. Онъ думалъ, что изверженныя массы этихъ послѣднихъ представляютъ собой болѣе холодное и болѣе тяжелое вещество. При своемъ паденіи онѣ погружаются въ свѣтлую газообразную массу. Онѣ образуютъ тогда углубленіе или настоящую впадину, въ которой поглощеніе бываетъ сильнѣе. „Пятна возникаютъ благодаря массамъ металлическихъ паровъ, вырывающихся наружу. Эти массы плаваютъ въ самой фотосферѣ, словно острова, которые или совершенно или отчасти погружены до уровня фотосферы. Онѣ производятъ впечатлѣніе углубленій въ этомъ свѣтломъ слое. Впрочемъ, онѣ напоминаютъ также облака, парящія на болѣе высокомъ уровнѣ. Въ особенности въ моменты изверженій, когда массы поднимаются на невѣроятную высоту. Эти массы, естественно, нѣсколько охлаждены и благодаря этому сильнѣе поглощаются. Но постепенно окружающая фотосферическая масса проникаетъ въ нихъ, смѣшивается съ ними, разлагаетъ ихъ, и, наконецъ, онѣ исчезаютъ. Пятно находится теперь въ періодѣ своего распадѣнія. Если въ это время оно достигаетъ края солнца, то оно не можетъ давать ни яркихъ лучей, ни свѣтлыхъ массъ. Въ лучшемъ случаѣ, показываются небольшіе языки пламени, образующіеся по его краямъ, тамъ, гдѣ фотосфера смѣшивается съ болѣе холодной и болѣе плотной массой. Наблюденія показываютъ это очень хорошо, такъ какъ обладающія ядрами пятна, достигая солнечнаго края, почти никогда не даютъ лучей. Всякое *изверженіе металловъ* порождаетъ пятно. Но нельзя сказать, что всякое пятно бываетъ окружено продуктами изверженія. Это послѣднее прекращается спустя нѣкоторое время и оставляетъ только темныя газы“.

Я изложилъ, такимъ образомъ, коротко тѣ гипотезы о природѣ солнечныхъ пятенъ, которыя заслуживаютъ вниманія наряду съ гипотезой *Целльнера*. Теперь мы снова обра-

тимся къ протуберанцамъ. Второй главный классъ ихъ, изверженные протуберанцы, уже однимъ своимъ видомъ указываютъ на свое происхожденіе отъ изверженій. Самое ихъ появленіе вполне согласуется со взглядомъ, что они представляютъ собой громадныя изверженія раскаленного водорода. Выброшенные изъ глубины солнца массы пронизываютъ хромосферу и уносятся въ солнечную атмосферу на высоту въ 10.000, даже 20.000 миль. А вѣдь это составляетъ половину разстоянія луны отъ земли. До солнечнаго затменія 1868 г. еще думали, что протуберанцы вообще сравнительно медленно измѣняютъ свою форму. Но уже тогда я обратилъ вниманіе на то, что протуберанцы, весьма вѣроятно, быстро измѣняютъ свою форму. Такъ заставляло думать сопоставленіе отдѣльныхъ наблюдений, произведенныхъ во время полныхъ солнечныхъ затменій. Дѣйствительно, наблюденія, произведенныя съ помощью спектроскопа, показали, что протуберанцы необычайно быстро измѣняютъ свои исполинскіе размѣры и форму и съ необычайной силой уносятся вверхъ. Самая живая фантазія едва-ли въ состояніи составить себѣ объ этомъ хотя бы слабое представленіе. Нужно самому стоять перелъ спектральнымъ телескопомъ и разсматривать эти раскаленные массы газовъ. Нужно самому слѣдить за ихъ движеніемъ и за измѣненіями ихъ формы. Вѣдь весь нашъ земной шаръ на такомъ разстояніи показался бы намъ въ видѣ небольшой черной точки, и, брошенный въ огненный снопъ протуберанца, онъ исчезъ бы въ немъ, не измѣнивъ замѣтнымъ образомъ ни его формы, ни его движенія. Нужно все это живо представить себѣ,—и только тогда можно получить правильное понятіе о величественномъ характерѣ этихъ явленій. Такое исполинское изверженіе на солнѣ наблюдалъ *П. Фени* 1 июля 1887 года на одной изъ обсерваторій въ Венгріи. Онъ получилъ при этомъ рядъ снимковъ. Читатель найдетъ ихъ здѣсь на прилагаемой таблицѣ. Цифры, стоящія у лѣваго края 0—180 указываютъ высоту въ угловыхъ секундахъ. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что каждая 10 угловыхъ секундъ соотвѣтствуютъ истинной высотѣ въ 1000 географическихъ миль. На 1 фигурѣ протуберанецъ состоитъ изъ двухъ главныхъ стволовъ. Словно исполинскіе огненные снопы, поднялись они до 6000 миль высоты. Они образуютъ какъ бы темныя во-

рота, сквозь которая легко могъ бы пройти весь нашъ земной шаръ. Спустя 11 минутъ видъ этого протуберанца совершенно измѣнился. Онъ походить теперь на громадный огненный



лучъ, поднявшійся до высоты 16.300 миль. Слѣдовательно, за эти нѣсколько минутъ раскаленная масса поднялась на высоту приблизительно въ 75.000 километровъ! Это соот-

вѣтствуетъ скорости въ 173 километра въ секунду. Въ 10 часовъ 45 минутъ протуберанцъ сохранялъ еще ту высоту и видъ, какой изображаетъ фигура 3. А спустя 5 минутъ оставался только еще небольшой холмъ раскаленного водорода (фиг. 4). Тщетно наблюдатель искалъ остатковъ раскаленной массы въ сосѣднихъ частяхъ солнечной атмосферы. Онъ ничего не могъ замѣтить. Весь этотъ процессъ, длившійся 20—28 минутъ, представлялъ собой, очевидно, громадный взрывъ на солнцѣ, въ связи съ изверженіемъ изъ нѣдръ солнечнаго шара.

Приведемъ еще одно описаніе этого рода. Вѣроятно, это самое величественное изверженіе, какое когда-либо наблюдалось до сихъ поръ. Его наблюдалъ профессоръ Юнгъ 7-го сентября 1871 года.

„Какъ разъ въ полдень“, говоритъ онъ, „я изслѣдовалъ огромный протуберанцъ на западномъ краю солнца. Онъ представлялъ не особенно высокое, спокойное по виду облако, не имѣлъ особаго блеска и выдѣлялся лишь своими большими размѣрами. Главная масса его состояла изъ горизонтальныхъ полосъ. Самая нижняя полоса плавала надъ хромосферой почти на высотѣ 3200 миль. Съ этой послѣдней ее соединяли три или четыре ярко блестящихъ, вертикальныхъ столба. Облака имѣли въ длину 22.000 миль, а высшая ихъ точка отстояла отъ поверхности солнца на 12.000 географическихъ миль. Въ 12¹/₂ часовъ меня отозвали на нѣсколько минутъ. Въ это время ничто не указывало на предстоящее изверженіе. Только находившійся на южной сторонѣ облака вертикальный столбъ сталъ болѣе блестящимъ и наклонился нѣсколько въ сторону. Затѣмъ вблизи основанія сѣвернаго столба появилась небольшая свѣтящаяся масса. Каково же было мое изумленіе, когда, вернувшись въ 12 часовъ 55 минутъ, я увидѣлъ, что за это время весь протуберанцъ былъ разорванъ взрывомъ буквально на клочки. Спокойное облако исчезло. Солнечная атмосфера была уже наполнена летавшими вокругъ по всѣмъ направленіямъ обрывками, массой отдѣльныхъ вертикальныхъ, какъ бы жидкихъ нитей или языковъ. Каждый изъ нихъ имѣлъ въ длину отъ 1000 до 3000 миль и въ ширину отъ 200 до 300 миль. Они были ярче всего и гуще всего тѣс-

нились другъ къ другу тамъ, гдѣ раньше находились столбы. Всѣ они быстро поднимались вверхъ. Когда я впервые увидалъ это явленіе, то многія изъ этихъ нитей достигали высоты почти въ 22.000 географическихъ миль. На моихъ глазахъ онѣ поднимались все выше и выше, пока, наконецъ, не достигли высоты 43.000 миль отъ поверхности солнца. Быстрога, съ какою вещество протуберанцевъ уносились вверхъ, достигала 36 географическихъ миль въ секунду. По мѣрѣ того, какъ эти огненные языки поднимались все выше и выше, блескъ ихъ ослабѣвалъ. Постепенно они исчезали, подобно разсѣивающейся тучѣ. Въ часъ 15 минутъ отъ громаднаго протуберанца оставалось всего лишь нѣсколько свѣтлыхъ полосъ близъ хромосферы. И только это указывало еще то мѣсто, гдѣ произошло это величественное явленіе“.

Спектроскопъ показываетъ, что въ солнечной атмосферѣ часто происходятъ громадныя бури раскаленныхъ массъ. Непосредственный видъ протуберанцевъ подтверждаетъ это. Но спектроскопъ позволяетъ также измѣрить скорость этихъ движеній. Это возможно даже въ томъ случаѣ, когда движенія эти не видны для глаза, такъ какъ они направлены прямо на наблюдателя. Такъ это бываетъ, напр., на серединѣ обращенной къ намъ части солнечнаго диска. Дѣйствительно, на эту точку наблюдатель смотритъ какъ бы сверху внизъ, и движеніе, направленное прямо на него, не измѣняетъ своего относительнаго положенія. Другими словами, его вообще нельзя замѣтить непосредственно. Но, по мѣрѣ того, какъ наблюдаемая точка солнечнаго диска все болѣе и болѣе приближается къ краю, наблюдатель видитъ всякое восходящее, отвѣсное движеніе на поверхности солнца нѣсколько сбоку. Наконецъ, когда точка, отъ которой исходитъ движеніе, лежитъ на самомъ краю солнца, наблюдатель можетъ видѣть уже восходящее движеніе въ его истинномъ видѣ. Выяснивъ эти отношенія, я долженъ, замѣтить, далѣе, еще слѣдующее: при удаленіи отъ насъ источника свѣта, его характерныя спектральныя линіи нѣсколько перемѣщаются къ *красному концу* спектра, въ сравненіи съ тѣмъ положеніемъ, какое онѣ занимали бы, если бы источникъ свѣта оставался неподвижнымъ. Напротивъ, если

источникъ свѣта *приближается* къ наблюдателю, спектральныя линіи нѣсколько перемѣщаются къ *фіолетовому концу* спектра. Величина этого перемѣщенія зависитъ отъ скорости движенія источника свѣта. Направьте спектроскопъ на протуберанецъ, расположенный на краю солнца. Его движеніе, слѣдовательно, въ общемъ перпендикулярно къ поверхности солнца. Въ такомъ случаѣ вы не замѣтите никакого перемѣщенія свѣтлыхъ спектральныхъ линій. Причина этому та, что происходящія въ протуберанцѣ движенія, *въ общемъ*, не направлены ни къ наблюдателю, ни отъ него: они совершаются перпендикулярно вверхъ. Въ этомъ случаѣ, слѣдовательно, *прямое* наблюденіе можетъ обнаружить движеніе, но спектроскопъ не въ состояніи этого сдѣлать. Обратное имѣетъ мѣсто для протуберанцевъ, расположенныхъ на серединѣ солнечнаго диска. Здѣсь движеніе въ общемъ направлено только къ наблюдателю. Поэтому при достаточной скорости его легко замѣтитъ благодаря перемѣщенію спектральныхъ линій. Но какимъ же образомъ можно было бы вообще наблюдать протуберанцы на серединѣ солнечнаго диска? Прямое наблюденіе въ этомъ случаѣ безсильно. Дѣйствительно, оно ничего не даетъ для протуберанцевъ, поднимающихся надъ *краемъ* солнца. Тутъ снова приходитъ намъ на помощь спектральный анализъ. Водородныя линіи (С и F, какъ онѣ обозначаются) въ протуберанцахъ и хромосферѣ представляются свѣтлыми. Какъ показали болѣе точныя изслѣдованія *Локіера* и *Секки*, ихъ можно различать и на серединѣ солнца совершенно въ томъ же видѣ, какъ онѣ появляются въ протуберанцахъ. То же самое наблюдается и близъ солнечныхъ пятенъ. Но этого мало. Одна изъ линій (именно F) нерѣдко является и какъ свѣтлая, и какъ темная линія. Линіи эти располагаются рядомъ такимъ образомъ, что свѣтлая линія нѣсколько перемѣщается къ фіолетовому концу спектра, а темная—нѣсколько къ красному концу. Эти перемѣщенія указываютъ на то, что раскаленное и свѣтящееся вещество поднимается вверхъ въ соотвѣтствующихъ мѣстахъ съ очень большою скоростью. Въ то же время болѣе холодная масса, которая поглощаетъ свѣтловые лучи—она превращаетъ свѣтлую спектральную линію въ темную—низвергается на солнечную поверхность съ такой же большою скоростью. *Локіеръ* на

основаніи своихъ наблюденій нашелъ, что наибольшая скорость этихъ движеній въ вертикальномъ направленіи доходить до 40 англійскихъ миль въ секунду, а въ горизонтальномъ—даже до 120 англійскихъ миль. Протуберанцы, возникающіе благодаря такимъ необычайно быстрымъ и громаднымъ потокамъ раскаленныхъ газовъ, носятъ всѣ характерные признаки изверженій. Они указываютъ на изверженія раскаленныхъ газовъ съ поверхности солнечнаго диска, и изверженія эти суть необходимое слѣдствіе различнаго давленія. Это можно доказать прямыми наблюденіями. Свѣтлая линія (F) указываетъ главнымъ образомъ на существованіе и движеніе протуберанцевъ на солнечномъ дискѣ. И вотъ оказывается, что эта свѣтлая линія расширяется въ предѣлахъ одноименной темной линіи (поглощенія), образуемой благодаря солнечному диску. Но расширение спектральной линіи указываетъ, какъ я уже упоминалъ выше, на болѣе высокое давленіе, подъ какимъ находится раскаленный газъ. Такимъ образомъ, протуберанцы какъ бы выбрасываются изъ солнечнаго тѣла вслѣдствіе громаднаго давленія, подъ какимъ они находятся тамъ. Но, для того, чтобы объяснить этимъ восходящее движеніе раскаленныхъ газообразныхъ массъ, необходимо сдѣлать одно дальнѣйшее допущеніе. Необходимо допустить, что между солнечной поверхностью и хромосферой лежитъ промежуточный слой, раздѣляющій области неравной температуры и очень неравнаго давленія. Что касается физической природы этого промежуточного слоя, то его ни въ какомъ случаѣ нельзя считать газообразнымъ. Но столь же мало можетъ онъ облекать солнце въ видѣ твердой коры. Это противорѣчило бы результатамъ спектроскопически-астрономическаго изслѣдованія. Дѣйствительно, это послѣднее устанавливаетъ необычайно высокую температуру солнца. Такимъ образомъ, остается только признать этотъ необходимо существующій промежуточный слой за раскаленную жидкость. А на жидкой поверхности возникаютъ, какъ мы знаемъ, также и солнечныя пятна. Поэтому, какъ это подчеркиваетъ *Целльнеръ*, проще всего и естественнѣе всего считать тождественными поверхность промежу точнаго слоя и поверхность жидкаго слоя. Такимъ образомъ, этотъ слой имѣлъ бы въ тол-

щину около 8 угловыхъ секундъ или 750—800 географическихъ миль.

Прорывающіяся черезъ этотъ промежуточный слой раскаленные массы состоятъ почти исключительно изъ водороднаго газа. Но мы знаемъ природу этихъ газообразныхъ массъ. Мы знаемъ, далѣе, силу тяжести на солнечной поверхности и высоту, до которой поднимаются протуберанцы. Поэтому мы легко можемъ вычислить ту механическую работу, какая необходима для полученія такого дѣйствія. Но эту работу легко превратить также въ ея тепловой эквивалентъ. А, принимая во вниманіе теплоемкость водорода, можно вычислить, наконецъ, температуру той части солнца, гдѣ происходятъ наблюдаемые явленія. Такимъ путемъ *Целльнеръ* нашель, что въ томъ пространствѣ, изъ котораго вырывается протуберанецъ кажущейся высоты въ 90 угловыхъ секундъ или дѣйствительной высоты въ 9.000 миль, должна господствовать абсолютная температура приблизительно въ 40.000 градусовъ Цельсія. Для протуберанцевъ съ вдвое большей высотой—а такіе вовсе нерѣдки—указанная температура повышается почти вдвое. Что же касается давленія газа, то *Целльнеръ* находитъ, что въ плоскости отверстія истеченія оно равно почти 200.000, а во внутреннемъ пространствѣ 4.000.000 атмосферъ. *Целльнеръ* исходилъ при этихъ вычисленіяхъ изъ того взгляда, что раскаленные водородныя массы скопляются близъ солнечной поверхности въ пустотахъ и при соотвѣтствующей разницѣ въ давленіи вырываются отсюда въ видѣ изверженныхъ протуберанцевъ. Эти пустоты образуются огненно-жидкимъ веществомъ, которое наполняетъ внутренность солнечнаго шара. Можно было бы, пожалуй, принять, что внутренность солнца совершенно заполнена раскаленнымъ водороднымъ газомъ, и что этотъ исполинскій газообразный шаръ заключенъ въ жидкую оболочку—промежуточный слой. На первый взглядъ кажется, что допущеніе это прекрасно согласуется съ явленіями. Но *Целльнеръ* доказалъ, что допущеніе это, въ концѣ концовъ, приводитъ къ тому же самому, что и первое допущеніе. При этомъ предположеніи, согласно основнымъ ученіямъ механики, лишь въ томъ случаѣ создается устойчивое равновѣсіе, если удѣльный вѣсъ жидкой оболочки меньше

удѣльнаго вѣса газообразнаго слоя, лежащаго непосредственно подъ нею. Но плотность газообразнаго шара необходимо возрастаетъ отъ поверхности къ центру. Слѣдовательно, удѣльный вѣсъ *оболочки* долженъ быть *меньше* средней плотности солнца. Но возьмемъ за *высшій предѣлъ* здѣсь средній удѣльный вѣсъ солнца. Тѣмъ самымъ мы необходимо допускаемъ, что всѣ слои газа, расположенные ниже жидкой оболочки, имѣютъ одинаковый удѣльный вѣсъ. Вѣдь удѣльный вѣсъ этихъ газообразныхъ слоевъ даже въ самыхъ внѣшнихъ своихъ частяхъ не можетъ быть меньше, такъ какъ иначе непосредственно надъ этимъ лежащая жидкая оболочка имѣла бы болѣе удѣльный вѣсъ. А это несомнѣнимо съ устойчивымъ равновѣсіемъ. Но удѣльный вѣсъ верхнихъ и всѣхъ вообще газообразныхъ слоевъ внутри солнца не можетъ быть и болѣе удѣльнаго вѣса жидкой оболочки. Вѣдь иначе средній удѣльный вѣсъ солнца точно также былъ бы болѣе удѣльнаго вѣса этой оболочки. А это противорѣчитъ допущенію. Слѣдовательно, въ этомъ случаѣ удѣльный вѣсъ *всѣхъ* слоевъ газообразной внутренности солнца долженъ быть одинаковымъ. Но въ газообразномъ шарѣ плотность возрастаетъ отъ поверхности къ центру. Слѣдовательно, внутренность солнца ни въ какомъ случаѣ не могла бы представлять собой газообразнаго шара. Скорѣе всего она должна была бы состоять изъ несжимаемой жидкости, удѣльный вѣсъ которой во всѣхъ частяхъ былъ бы, слѣдовательно, одинаковымъ. Но вѣдь это и есть теорія *Целльнера*: газообразныя массы водорода вырываются изъ пустотъ, заключенныхъ въ жидкихъ массахъ. Слѣдовательно, эти громадныя массы газовъ представляютъ собой, въ сравненіи со всею огненно-жидкой внутренностью солнца, только мѣстныя скопленія вблизи поверхности. По своей массѣ и протяженію онѣ совершенно ничтожны, если сравнить ихъ съ огненно-жидкимъ солнечнымъ шаромъ.

Допущеніе огненно-жидкаго ядра солнца подтверждается также господствующимъ внутри солнца давленіемъ. Какъ показываетъ вычисленіе, уже на глубинѣ 139 миль отъ поверхности солнца господствуетъ громадное, превосходящее всякое представленіе, давленіе въ 4.000.000 атмосферъ или 60 милліоновъ фунтовъ на каждый квадратный дюймъ поверхности.

А на еще большей глубинѣ давленіе это возрастаетъ необычайно быстро. Правда, здѣсь царить ужасный жаръ, который препятствуетъ сжиманію внутреннихъ газовъ. Но господствующее здѣсь давленіе оказывается сильнѣе. Поэтому, несмотря на ужасный жаръ, газы внутри солнечнаго шара могутъ еще находиться въ огненно-жидкомъ состояніи.

Температура верхнихъ слоевъ солнца очень высока. *Целльнеръ* сдѣлалъ попытку опредѣлить ее на основаніи своихъ наблюденій. Согласно ему, господствующая здѣсь температура несравненно выше той, какая получается при сжиганіи гремучаго газа, состоящаго изъ смѣси окиси углерода и кислорода. А согласно работамъ *Бунзена*, температура эта выше 3000 градусовъ Цельсія. Эта высокая оцѣнка вполне согласуется съ общимъ мнѣніемъ о температурѣ солнца. Правда, *Секки* склоненъ былъ принимать еще гораздо болѣе высокую температуру. Онъ опредѣляетъ ее въ 5—10 милліоновъ градусовъ. Но такая оцѣнка покоится на несовершенныхъ и ошибочныхъ предпосылкахъ. Въ виду результатовъ работъ *Целльнера* она не имѣетъ ровно никакого значенія. *Секки*, при опредѣленіи температуры солнца, допускалъ пропорціональность между излученіемъ тепла и температурой тѣла. Опыты *Соре* показали, что этого на самомъ дѣлѣ нѣтъ. На основаніи своихъ послѣднихъ вычисленій *Целльнеръ* опредѣлилъ абсолютную температуру хромосферы въ 61.350° Цельсія. Но онъ самъ тутъ же предупреждаетъ, что положенныя въ основу вычисленій опытные данныя очень неточны. Поэтому въ настоящее время рѣчь можетъ идти только о совершенно грубыхъ, приблизительныхъ вычисленіяхъ. Мы можемъ опредѣлить не самую температуру, а скорѣе, ея характеръ, порядокъ. Интересно прослѣдить тотъ путь, какимъ *Целльнеръ* пришелъ къ указанной выше оцѣнкѣ солнечной температуры. Теоретическимъ основаніемъ этого метода служить законъ *Мариотта* и *Гей-Люссака*. А эмпирической предпосылкой является отношеніе между плотностями двухъ различныхъ слоевъ водородной атмосферы и разстояніе между этими слоями. Спектроскопическое изслѣдованіе края солнца позволяетъ намъ наблюдать часть раскаленной водородной атмосферы, образующей существенную составную часть солнечной атмосферы, такъ называемую, хромосферу. При помощи того же спектроскопа можно

опредѣлить среднюю высоту этого слоя въ тѣхъ мѣстахъ солнечнаго края, гдѣ, судя по отсутствію протуберанцевъ, установилось, можно думать, состояніе извѣстнаго равновѣсія атмосферы. Допустимъ теперь, что мы въ состояніи опредѣлить, хотя бы только *приблизительно*, отношеніе между плотностями или давленіями на нижней и верхней границѣ хромосферы. Тогда мы обладали бы обоими эмпирическими данными, которыя позволяютъ вычислить среднюю величину температуры для хромосферы. Данные эти оставалось бы только вставить въ соотвѣтствующія формулы. *Целльнеръ* и показываетъ, что на самомъ дѣлѣ возможно вычислить, *приблизительно*, отношеніе давленія у основанія и на видимой обыкновенно границѣ хромосферы. Но, имѣя въ виду одно изъ доказанныхъ имъ положеній, вмѣсто этого отношенія можно воспользоваться другимъ приблизительнымъ отношеніемъ. Въ данномъ случаѣ можно взять отношеніе давленій, подѣ дѣйствіемъ которыхъ у насъ, на землѣ, спектръ водорода испытываетъ такія же измѣненія, какія наблюдаются на обѣихъ границахъ хромосферы. Согласно *Вюльнеру*, такія измѣненія происходятъ при давленіяхъ, въ круглыхъ числахъ, въ 2240 миллиметровъ и въ 1 миллиметръ. Но наблюденія показываютъ, что въ наиболѣе спокойныхъ мѣстахъ солнечной поверхности средняя высота хромосферы равна приблизительно 10 угловымъ секундамъ. Такимъ образомъ, въ нашемъ распоряженіи имѣются уже обѣ численныя величины, которыхъ требуетъ формула *Целльнера*.

Мы знаемъ уже, что на краю солнца и на его дискѣ всегда существуютъ протуберанцы. Примѣняя соотвѣтствующіе инструменты, мы можемъ наблюдать ихъ. Посмотримъ теперь, какъ распределены эти образования по различнымъ частямъ солнечнаго шара, и какъ связаны они съ солнечными пятнами и факелами.

Профессоръ *Респини* произвелъ очень цѣнные наблюденія надъ распределеніемъ протуберанцевъ по различнымъ градусамъ широты на солнечной поверхности. День изо дня изслѣдовалъ онъ край солнца и срисовывалъ наблюдавшіеся протуберанцы. Въ результатѣ этихъ изслѣдованій оказалось, что на южномъ полушаріи солнца какъ число, такъ и размѣры протуберанцевъ больше, нежели на сѣверномъ полу-

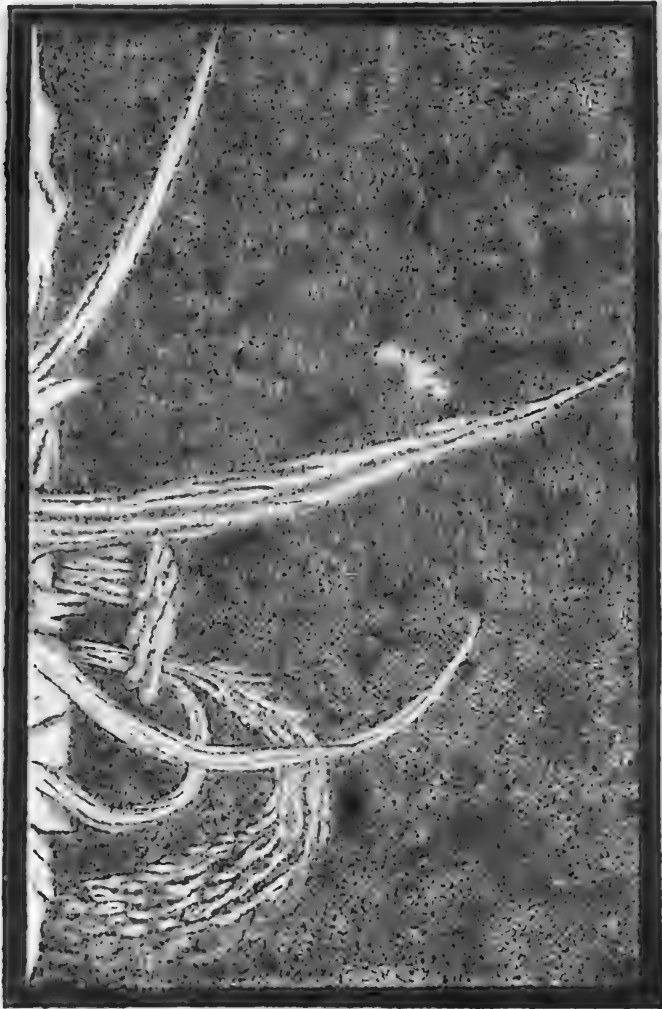
шаріи. Въ полярныхъ областяхъ солнца вплоть до 20 градуса отъ обоихъ полюсовъ протуберанцы наблюдаются рѣдко, или даже ихъ совсѣмъ здѣсь не бываетъ. Во всякомъ случаѣ, это относится не къ крупнымъ протуберанцамъ, а къ тѣмъ небольшимъ выступамъ, которые, словно зубцы, покрываютъ хромосферу. Въ экваторіальныхъ областяхъ солнца большіе протуберанцы точно также чрезвычайно рѣдки. Они наблюдаются здѣсь далеко не такъ часто, какъ въ болѣе высокихъ широтахъ. Всего многочисленнѣе протуберанцы въ обоихъ поясахъ пятенъ. Однако, ихъ можно замѣтить также и подъ 40^0 — 45^0 широты, гдѣ большія пятна очень рѣдки. Протуберанцы стоятъ, слѣдовательно, въ извѣстномъ отношеніи къ пятнамъ. Это подтверждается также нѣкоторыми наблюденіями. Такъ, по изслѣдованіямъ *Респии*, хромосфера вблизи пятенъ довольно низка, ровна и очень свѣтла. Въ то же время отъ ядеръ пятенъ поднимаются только очень слабые протуберанцы, или ихъ даже совсѣмъ не бываетъ. Напротивъ, вблизи солнечныхъ пятенъ появляются большіе протуберанцы, обладающіе могучими движеніями и значительной интенсивностью. Какъ показываютъ ихъ спектральныя линіи, они содержатъ не только водородъ, но и другія вещества. Эти свѣтлыя линіи соотвѣтствуютъ въ большинствѣ случаевъ натрію, магнію и желѣзу. Но встрѣчаются также и такія свѣтлыя линіи, которыхъ нельзя приписать къ одному изъ извѣстныхъ спектровъ земныхъ веществъ. Эти линіи бываютъ видны на всемъ протяженіи протуберанцевъ отъ ихъ основанія до вершины. Что же касается продолжительности существованія протуберанцевъ, то наблюденія *Респии* показали, что нѣкоторые изъ нихъ появляются и снова исчезаютъ въ нѣсколько минутъ, а другіе сравнительно долго сохраняютъ свою форму. Наибольшей измѣнчивостью обладаютъ тѣ протуберанцы, которые возникаютъ въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ солнечными пятнами. Наиболѣе долговѣчны тѣ, которые появляются за предѣлами пояса пятенъ, приблизительно до 70^0 широты. Иногда *Респии* снова наблюдалъ эти образованія спустя полный оборотъ солнца вокругъ своей оси. На основаніи этого вторичнаго ихъ появленія онъ вычислилъ, что вращеніе солнца въ этихъ высокихъ широтахъ почти ничѣмъ не отли-

чается отъ той величины, какую дали наблюденія надъ пятнами въ широтахъ, болѣе близкихъ къ экватору. Отсюда слѣдуетъ, что у этихъ протуберанцевъ нѣтъ собственнаго движенія, а они обнаруживаютъ только истинную продолжительность вращенія солнца. Впрочемъ, эта послѣдняя отличается отъ той продолжительности вращенія, какая вытекаетъ изъ движенія пятенъ, въ особенности въ болѣе высокихъ широтахъ. Вообще, *Респии* нашелъ, что на появленіе протуберанца указываетъ отдѣленіе свѣтлыхъ точекъ или полосъ отъ хромосферы, и изъ этихъ точекъ поднимаются въ вышину тонкіе лучи, ниспадающіе затѣмъ въ видѣ параболы. Наконецъ, эти лучи соединяются въ болѣе крупныя, облачныя массы и затѣмъ или скоро вновь падаютъ на солнце, или же поднимаются на высоту въ 10.000, 20.000, даже 30.000—35.000 миль.

Съ наблюденіями *Респии* въ общемъ согласуются также наблюденія *Секки*. Этотъ послѣдній нашелъ, что на обоихъ солнечныхъ полушаріяхъ имѣются по два пояса, въ которыхъ число пятенъ наибольшее. Большинство протуберанцевъ появляется въ области солнечныхъ пятенъ и факеловъ. Затѣмъ въ направленіи къ полюсамъ они становятся рѣже. Но на 75° широты число ихъ снова увеличивается. Что касается внѣшней формы протуберанцевъ, то *Секки* различаетъ двѣ характерныя формы: облачныя и нитеобразныя протуберанцы. Часть нитеобразныхъ протуберанцевъ, которые, въ дѣйствительности, представляютъ собой громадныя и мощныя потоки газовъ, увѣнчаны на вершинѣ красноватыми облаками. Такія облачныя массы можно сравнить съ нашими перистыми облаками, гонимыми сильнымъ вѣтромъ. Это описаніе *Секки* вполне согласуется съ описаніемъ *Шперера*, которое приведено выше.

Спектроскопическія наблюденія далеко не выяснили еще связи протуберанцевъ съ факелами и пятнами. Можно думать, однако, что между протуберанцами и факелами существуетъ прямое отношеніе. Таковъ взглядъ и профессора *Шперера*. Онъ усматриваетъ вообще въ протуберанцахъ предтечей позднѣйшихъ группъ пятенъ. Онъ думаетъ, что тускляя мѣста между блестящими полосами факеловъ, возможно, обозначаютъ мѣсто протуберанцевъ. Неоднократно пытались

использовать полныя солнечныя затменія для доказательства связи между протуберанцами и пятнами и факелами. Но попытки эти въ большинствѣ случаевъ оказывались тщетными. Самые точные результаты дало въ этомъ отношеніи еще



Протуберанць.
Наблюдался 29 апрѣля 1872 г.

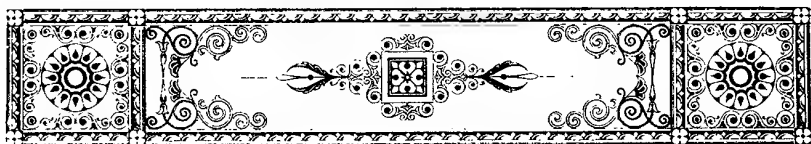
солнечное затменіе 28 іюля 1851 г. Большой изогнутой протуберанць, появившійся въ то время, почти вполнѣ совпадалъ съ мѣстомъ блестящихъ факеловъ, которые лежали на краю солнца. Между тѣмъ какъ разстояніе ближайшихъ пятенъ отъ даннаго мѣста оставалось еще довольно значи-

тельнымъ. *Юлій Шмидтъ* уже тогда вывелъ изъ своихъ наблюдений, что, вѣроятно, соотвѣтствующіе факелы образовали основаніе протуберанца. Дѣйствительно, вспомните, съ какой громадной силой происходитъ изверженіе исполинскихъ протуберанцевъ. Это одно дѣлаетъ уже само по себѣ вѣроятнымъ, что тѣ точки, гдѣ происходитъ это изверженіе, будутъ отличаться отъ остальныхъ особенной яркостью. Такимъ образомъ, уже само по себѣ можно было бы установить тѣсную связь между основаніями протуберанцевъ и солнечными факелами. Здѣсь не требовалось бы даже прибѣгать ни къ какой сомнительной гипотезѣ. Какъ мы видѣли, наблюденія подтверждаютъ общую связь между обоими этими явленіями.

Я далъ описаніе солнца, согласно тѣмъ результатамъ, къ какимъ приводитъ современная наука. Я развернулъ передъ вашимъ умственнымъ взоромъ картину, изображающую этотъ величественный солнечный шаръ. Я далъ вамъ представленіе о его физическихъ размѣрахъ. Я пытался дать вамъ представленіе о громадномъ количествѣ механической силы, которое ежеминутно изливается раскаленнымъ свѣтиломъ въ міровое пространство. Мы нашли здѣсь запасъ живой силы, передъ которымъ нѣмѣетъ человѣческая мысль, который, несмотря на величайшую расточительность, кажется неистощимымъ. *Кажется*,—но такъ ли оно на самомъ дѣлѣ? Изъ того, что было сказано въ предыдущихъ бесѣдахъ, вы знаете уже необходимый отвѣтъ: *нѣтъ!* Запасъ живой силы, сокрытый въ солнцѣ, громаденъ. Но онъ можетъ изсякнуть, и онъ изсякнетъ, онъ долженъ изсякнуть. Эти исполинскія движенія, этотъ дикій хаосъ ужасныхъ огненныхъ силъ, которыя и нынѣ еще, какъ миліоны лѣтъ тому назадъ и грядущія миріады лѣтъ, будутъ вести свою игру,—всему этому настанетъ нѣкогда конецъ. Время скуетъ все и наложитъ оковы на всякое движеніе на солнцѣ... Необъятная пустыня, мертвая, лишенная всякихъ бурныхъ порывовъ, оцѣпенѣлая, воцарится тамъ, гдѣ нѣкогда огненный потокъ уносилъ въ раскаленную атмосферу, на высоту въ тысячи и десятки тысячъ миль, огненные снопы величиною съ земной шаръ и поддерживалъ органическую жизнь на далекихъ планетахъ. Когда настанетъ это время истощенія для солнца?

Я этого не знаю, и никто не может этого знать. Но одно несомнѣнно: когда настанетъ это время, всякая память о нашемъ существованіи исчезнетъ уже навсегда, всѣ слѣды нашей земной жизни будутъ давно уже развѣяны въ невѣдомомъ.





V.

Природа кометъ и положеніе ихъ во вселенной.

Число кометъ и распредѣленіе ихъ перигеліевъ по разстоянію отъ солнца.—Случайное распредѣленіе кометныхъ путей относительно эклиптики.—Опредѣленіе числа кометъ по принципу Ламберта. Сомнѣнія, вызываемыя этимъ.—Физическія свойства кометъ.—Результаты спектрально-аналитическаго изслѣдованія.—Целльнерова теорія кометъ.—Связь между кометами и падающими звѣздами.—Изслѣдованіе Бредихина относительно кометныхъ хвостовъ.—Кометы отнюдь не являются неизмѣнными, компактными мировыми тѣлами: это—системы тѣлъ, съ теченіемъ времени распадающіяся при извѣстныхъ условіяхъ.—Положеніе кометъ во вселенной.—Распаденіе кометъ и образованіе новыхъ кометъ.—Зодіакальный свѣтъ.

Говоря выше о происхожденіи вселенной, насколько мы знакомы съ этимъ, мы ни словомъ не упомянули о кометахъ. Эти свѣтила занимаютъ особенное положеніе въ нашей солнечной системѣ. Это ихъ значеніе не умаляется и въ томъ случаѣ, если мы унесемъ мысль въ царство неподвижныхъ звѣздъ и туманныхъ пятенъ и станемъ разсматривать вселенную съ высшихъ точекъ зрѣнія. Съ древнѣйшихъ временъ кометы привлекаютъ къ себѣ мысль человѣческую. Правда, въ теченіе многихъ столѣтій, даже тысячелѣтій, всѣ усилія человѣка разрѣшить эту загадку оставались тщетными. Но, все же, въ концѣ концовъ, удалось преодолѣть многія трудности и уяснить значеніе кометъ во вселенной.

Число кометъ въ нашей солнечной системѣ необычайно велико. Только ничтожнѣйшая часть ихъ доступна нашимъ взорамъ, хотя бы мы и пользовались при этомъ самыми могучими телескопами. До сихъ поръ не наблюдали еще ни одной кометы, перигелій (ближайшая точка пути отъ

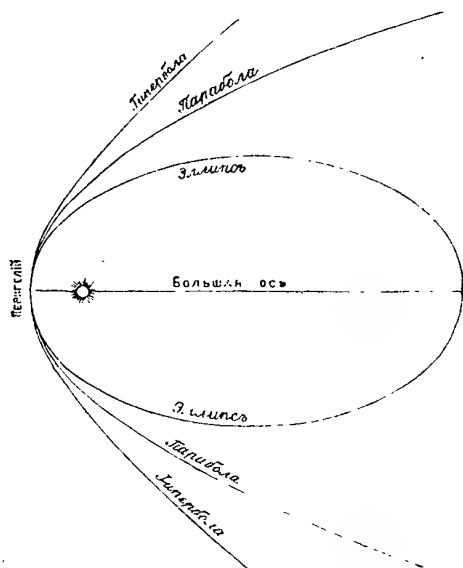
солнца,) которой лежалъ бы за предѣлами орбиты Юпитера. Возьмемъ даже комету 1729 года. Изъ всѣхъ наблюдавшихся до сихъ поръ кометъ это самая отдаленная отъ солнца. Но и ее перигелій на 22 милліона миль ближе къ солнцу, нежели орбита Юпитера. Напротивъ, перигеліи большинства кометъ лежатъ на разстояніи 8—20 милліоновъ миль отъ солнца, т. е., между орбитами Меркурія и земли. Въ приводимой ниже таблицѣ указаны разстоянія перигеліевъ для 258 кометъ, наблюдавшихся до 1874 года:

Разстояніе перигеліевъ въ доляхъ радіуса зем- ного пути.		Число ко- метъ.
0.0 до	0.5	64
0.5 „	1.0	128
1.0 „	1.5	51
1.5 „	2.0	7
2.0 „	2.5	7
4.0 —	—	1

Эти числа ясно показываютъ, что на различныхъ разстояніяхъ отъ солнца число перигеліевъ неодинаково. Однако, эта неравномѣрность только кажущаяся. Она не выражаетъ истиннаго численнаго отношенія перигеліевъ, заключенныхъ между отдѣльными путями. Дальность разстоянія кометъ и обусловленная этимъ возможность наблюдать ихъ видоизмѣняютъ это истинное отношеніе. Дѣйствительно, нельзя предположить, чтобы за орбитой Юпитера не было уже ни одной кометы. Всѣ періодическія кометы въ теченіе наибольшей части своего пути движутся на такихъ разстояніяхъ, которыя совершенно недоступны для насъ. Слѣдовательно, онѣ существуютъ въ этихъ необычайно далекихъ отъ насъ областяхъ, и только слабость ихъ свѣта мѣшаетъ намъ видѣть ихъ во всякое время. Что же касается распредѣленія кометныхъ путей относительно плоскости земного пути, то раньше думали, что при совершенно случайномъ распредѣленіи всѣ углы наклоненія между 0° и 90° одинаково вѣроятны. Другими словами, они должны будто бы встрѣчаться одинаково часто. *Гурно* первый отмѣтилъ ошибочность этого взгляда. Напротивъ, случайное распредѣленіе требуетъ иного отношенія: полюсы плоскостей кометныхъ путей дол-

жны быть распределены на небесномъ сводѣ равномерно. *Скіапарелли* изслѣдовалъ съ точки зрѣнія этого принципа распределеніе кометныхъ путей. Онъ нашелъ, что ихъ плоскости нѣсколько больше сгруппированы около эклиптики. Но нѣкоторые серьезныя соображенія говорятъ въ пользу того, что эта неравномѣрность носить случайный характеръ.

Въ прошломъ столѣтіи *Ламбертъ* пытался опредѣлить число движущихся въ нашей солнечной системѣ кометъ. Онъ исходилъ при этомъ изъ того взгляда, что число это очень велико, и что на небесномъ сводѣ нѣтъ ни одного пути, по которому не двигалось бы мировое тѣло. Представимъ себѣ, что перигелии кометныхъ путей распределены равномерно въ пространствѣ. Въ такомъ случаѣ количества ихъ, заключенныя внутри путей отдѣльных планетъ,



Орбиты кометъ.

должны относиться между собой, какъ кубы радіусовъ этихъ путей. Такимъ путемъ, при условіи равномернаго распределенія, можно будетъ опредѣлить истинное отношеніе перигелиевъ. Но вѣдь всякому перигелию должна соответствовать также и орбита, по которой комета можетъ спокойно и безпрепятственно совершать свой путь. Въ такомъ случаѣ многіе перигелии и соответствующіе имъ пути пришлось бы отбросить. И такимъ образомъ число орбитъ будетъ возрастать, какъ квадратъ разстоянія перигелиевъ. Представьте себѣ теперь отдѣльные перигелии въ видѣ концовъ 12 шестовъ. Пусть другіе концы ихъ направлены во всѣ стороны по радіусамъ. Между свободными концами двухъ шестовъ остается еще достаточно пространства, гдѣ можно было бы помѣстить 12 другихъ шестовъ. Эти послѣдніе, въ свою очередь, оста-

вляють мѣсто для слѣдующихъ. Но, само собою разумѣется, разстояніе отъ центра будетъ каждый разъ увеличиваться. Число шестовъ будетъ возрастать, какъ квадратъ разстоянія отъ центра. Вычислимъ теперь, пользуясь этимъ принципомъ, общее число кометъ, существующихъ въ нашей солнечной системѣ вплоть до орбиты Нептуна. Радиусъ орбиты Меркурія относится къ радиусу орбиты Нептуна, какъ 1:78. Далѣе внутри орбиты Меркурія лежатъ перигелии 43 кометъ. Въ такомъ случаѣ, получается пропорція: $1:78 \times 78 = 43$ къ искомому числу. Вычисленіе даетъ 261.612 кометъ. Истинное-ли это число? Или число кометъ значительно меньше? На этотъ вопросъ нельзя дать отвѣта съ полной увѣренностью. Однако, не невѣроятно, что дѣйствительное число кометъ значительно меньше, нежели это думали раньше. Все же, оно значительнѣе, нежели это думаетъ обыкновенный смертный, замѣчая какъ изрѣдка на небесномъ сводѣ появляется комета и снова исчезаетъ спустя нѣсколько недѣль.

Полученный остроумнымъ *Ламбертомъ* результатъ покоился на смѣломъ выводѣ: или одна только земля обитаема, или же во всякой точкѣ вселенной имѣются обитатели и созданія. „Неужели—говорилъ этотъ знаменитый математикъ—я долженъ считать совершенствомъ постоянную и неистощимую смѣну сходствъ и вмѣстѣ съ тѣмъ допускать пустыя мѣста, гдѣ нѣтъ ничего подобнаго, гдѣ нѣтъ никакой части того цѣлаго, которое должно было бы быть безконечно совершеннымъ? Я не могъ допустить существованія такихъ пробѣловъ. Я безо всякихъ колебаній населяю всякую солнечную систему такимъ числомъ обитаемыхъ міровыхъ тѣлъ, какое только совмѣстимо съ превосходнымъ порядкомъ, царящимъ въ ней. Послѣ изобрѣтенія увеличительныхъ стеколъ мы въ состояніи разсматривать на нашей землѣ мельчайшія ея части. Мы видимъ, что все здѣсь, на землѣ, такъ полно обитателями, что не можетъ быть никакихъ дальнѣйшихъ сомнѣній: оживить каждую часть вселенной, наполнить ее обитателями—такова цѣль творенія, не вѣдающаго никакихъ изъятій. Наблюденіе учитъ насъ этому въ маломъ. А тѣ ступени, которыя проходимъ мы съ улучшеніемъ увеличительныхъ стеколъ, приводятъ насъ къ несомнѣнному

выводу, что мы далеко еще не открыли мельчайшихъ созданій. Почему же должны мы замыкать этотъ выводъ въ такія тѣсныя границы, когда заходитъ рѣчь о томъ, чтобы распространить его на число міровыхъ тѣлъ?" *Ламбертъ*, не колеблясь, признаетъ обитаемость кометъ. Всякое живое существо, замѣчалъ онъ, создано для того мѣста, какое оно занимаетъ. Великій геометръ считалъ кометы особенно удобнымъ мѣстопробываніемъ для астрономовъ, „которые созданы, чтобы созерцать строеніе неба, положеніе всякаго солнца, положеніе и пути ихъ планетъ, спутниковъ и кометъ въ ихъ общей связи. Потребовались бы долгіе промежутки времени, чтобы ихъ жилище могло перенестись отъ одного солнца къ другому или найти новый путь вокругъ солнца. Столѣтія должны мелькать передъ ними, какъ отдѣльные часы. Безсмертіе должно быть ихъ удѣломъ. Въдъ время удѣляется каждому сообразно его назначенію. Такъ, на нашей землѣ существуютъ насѣкомыя, вся жизнь которыхъ зачинается и кончается въ теченіе немногихъ часовъ: творимыя ими дѣла не требуютъ болѣе долгаго времени“.

Можно, конечно, въ зависимости отъ личнаго настроенія, соглашаться или не соглашаться съ этими мыслями. Но если обратиться къ научнымъ наблюденіямъ и ознакомиться съ тѣмъ, что наука говоритъ о природѣ кометъ, то не можетъ быть сомнѣній, что эти міровыя тѣла не могутъ быть обитаемы.

Физическія свойства кометъ очень долгое время оставались полнѣйшей загадкой. Впервые разсѣялъ этотъ мракъ полярископъ *Араю*. Послѣдній доказалъ присутствіе отраженнаго солнечнаго свѣта, по крайней мѣрѣ, у нѣкоторыхъ кометъ. Такимъ образомъ, было доказано, что, если кометы обладаютъ *собственнымъ* свѣтомъ, то онъ не можетъ казаться намъ сильнѣе отраженнаго солнечнаго свѣта, доходящаго до насъ отъ кометъ. Произведенныя мною фотометрическія изслѣдованія показали, однако, что у нѣкоторыхъ кометъ ихъ собственный свѣтъ можетъ быть, все же, настолько силенъ, что, благодаря этому, существенно измѣняются кажущіяся отношенія яркости свѣтила ¹⁾. Затѣмъ на сцену появился спектральный анализъ.

¹⁾ Ср. *Klein*, Handbuch der allgemeinen Himmelsbeschreibung, т. I, изданіе 2, 1871 г., стр. 236 и сл.

Донати во Флоренціи первый изслѣдовалъ спектроскопически комету. Это была первая комета 1864 года. Онъ нашелъ, что спектръ ея состоитъ изъ трехъ свѣтлыхъ линій. Впослѣдствіи то же самое было найдено у всѣхъ кометъ. Такимъ образомъ типичный спектръ кометы состоитъ изъ трехъ свѣтлыхъ линій или полосъ, которыя лежатъ въ зеленой, голубой и фіолетовой частяхъ. Со стороны красного конца спектра онѣ ограничены рѣзко, а со стороны фіолетоваго расплываются. Уже *Гепинсъ* обратилъ вниманіе на то, что этотъ спектръ имѣетъ большое сходство со спектрами углеводородныхъ соединений. Онъ склонялся къ той мысли, что такія соединения дѣйствительно находятся на кометахъ въ раскаленномъ состояніи. Тѣмъ самымъ кометы превращались въ настоящіе раскаленные міровые факелы, въ раскаленные тѣла, которыя несутъ пожаръ и свѣтъ черезъ пространства планетной системы. Но этотъ взглядъ не могъ встрѣтить отклика среди астро-физиковъ. Наконецъ, наблюденія первой и второй кометъ 1882 г. доказали полную его несостоятельность. Первая изъ этихъ двухъ кометъ первоначально обнаружила типичный спектръ изъ трехъ полосъ. Но когда комета сильно приблизилась къ солнцу, этотъ спектръ почти совершенно исчезъ. Въмѣсто него появилась желтая линія натрія. Комету эту нельзя уже было наблюдать послѣ ея прохожденія черезъ перигелій. Но съ дальнѣйшимъ ходомъ вещей удалось познакомиться благодаря второй кометѣ, появившейся въ томъ же самомъ году. 18-го сентября, день спустя послѣ наибольшаго приближенія къ солнцу, комету эту удалось уже изслѣдовать спектроскопически. Она показывала линію спектра безо всякаго слѣда спектра съ полосами. Но когда комета все болѣе и болѣе удалялась отъ солнца, линія натрія становилась слабѣе, и постепенно сталъ появляться спектръ изъ трехъ полосъ. Наконецъ, остался только одинъ этотъ спектръ. Такимъ образомъ, можно считать установленнымъ такое положеніе: когда комета, появляясь изъ мірового пространства, становится видимой, она прежде всего обнаруживаетъ спектръ изъ трехъ полосъ, соотвѣтствующій углеводороднымъ соединениямъ. Но какъ только она приближается къ солнцу на извѣстное разстояніе, вещество ея сильно нагревается, и

начинаетъ выдѣляться спектръ натрія, а первый спектръ въ это время исчезаетъ. Когда же комета, пройдя черезъ свой перигелій, снова начинаетъ удаляться отъ солнца, ея вещество охлаждается. Тогда снова исчезаетъ спектръ натрія, и снова появляется спектръ съ тремя полосами. Таковы факты, установленные путемъ наблюденія. Объясненіе свое они нашли въ тѣхъ опытахъ, которые были произведены *Гассельбергомъ* въ физической лабораторіи при Пулковской обсерваторіи. Согласно этимъ опытамъ, свѣтовые явленія въ кометахъ вызываются электрическими разрядами, а не раскаленнымъ состояніемъ углеводородныхъ соединений. Это вполне согласуется съ теоріей относительно физическихъ свойствъ кометъ, которая была развита *Целльнеромъ* на основѣ физико-механическаго воззрѣнія.

Целльнеръ исходитъ при этомъ изъ разсмотрѣнія агрегатнаго состоянія матеріи. Онъ напоминаетъ о зависимости послѣдняго отъ давленія и температуры. Какъ извѣстно, при достаточномъ притока теплоты, путемъ надлежащаго измѣненія давленія, тѣло можетъ быть послѣдовательно переведено въ каждое изъ трехъ агрегатныхъ состояній. Ледъ, напр., благодаря теплотѣ, превращается въ воду, а путемъ дальнѣйшаго нагрѣванія его можно превратить, наконецъ, въ водяной паръ. Нѣкоторые газы при помощи сильнаго давленія можно превратить въ жидкости, даже въ твердыя тѣла. Правда, нѣкоторыя тѣла намъ не удалось получить до сихъ поръ въ ихъ различныхъ состояніяхъ. Но это свидѣтельствуешь лишь объ ограниченности нашихъ вспомогательныхъ средствъ. А природа тѣла сама по себѣ нисколько не препятствуетъ такому превращенію. Очевидно, что эта физическая истина имѣетъ силу не только по отношенію къ нашимъ земнымъ веществамъ. Все говоритъ за то, что она примѣнима также и къ матеріи, образующей всѣ остальные небесныя тѣла. Агрегатное состояніе этой матеріи будетъ, слѣдовательно, зависѣть въ міровомъ пространствѣ только отъ давленія и температуры. Представьте себѣ массу въ свободномъ пространствѣ. Въ такомъ случаѣ давленіе ея матеріальныхъ частицъ зависитъ только отъ ихъ числа, т. е., отъ массы. Состояніе такого тѣла, при опредѣленной массѣ, зависитъ, слѣдовательно, только отъ его температуры. Обратно: при

опредѣленной температурѣ, оно зависитъ только отъ его массы. Если масса очень мала, а температура очень высока, то извѣстное количество матеріи должно превратиться въ паръ. Даже все тѣло можетъ распасться въ парообразную массу. Легко понять, что этотъ послѣдній случай долженъ наступить тогда, когда масса находящагося въ міровомъ пространствѣ свободного тѣла недостаточно велика. Вѣдь она должна была бы своимъ притяженіемъ оказать на окружающую парообразную атмосферу такое дѣйствіе, которое равняется максимуму упругости паровъ при господствующей температурѣ. Это подтверждается также и примѣненіемъ математическихъ формулъ. Это, несомнѣнно, часто случается въ міровомъ пространствѣ. Отсюда уже слѣдуетъ, что пространство не представляетъ собой пустоты, а наполнено матеріей, конечно, чрезвычайно разрѣженной.

Измѣненія въ агрегатномъ состояніи космической массы должны совершаться тѣмъ интенсивнѣе, чѣмъ меньше масса, и чѣмъ больше измѣняется температура. *Целльнеръ* подробнѣе разсматриваетъ небольшую космическую массу, находящуюся въ капельно-жидкомъ состояніи. Онъ старается выяснитъ то воздѣйствіе, какое производитъ на нее частичное измѣненіе температуры. Представьте себѣ сперва, что эта масса находится въ свободномъ міровомъ пространствѣ. Ни одна неподвижная звѣзда не дѣйствуетъ на нее своими лучами. Въ такомъ случаѣ, на ней будетъ господствовать температура, близкая къ абсолютному нулю. Теперь представьте себѣ, что эта масса, благодаря своему космическому движенію, оказывается вблизи солнца, испускающаго тепловые лучи. Ясно, что прежде всего будетъ нагрѣваться та ея сторона, которая подвергается непосредственному дѣйствію лучей. Находящаяся на другой сторонѣ частицы лежатъ въ тѣни жидкаго тѣла. Онѣ могутъ поэтому нагрѣваться только косвеннымъ путемъ. На сторонѣ, обращенной къ солнцу, будутъ совершаться, главнымъ образомъ, процессы кипѣнія и испаренія. Превратится ли вся масса жидкости въ паръ или нѣтъ,—это зависитъ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, отъ массы космическаго тѣла. Чѣмъ меньше первоначальная масса, тѣмъ при болѣе низкихъ температурахъ возможно это превращеніе. Допустимъ теперь, что вся масса жидкости, дѣйствительно,

превратилась въ паръ. Въ такомъ случаѣ, при удаленіи тѣла отъ солнца температура снова должна будетъ понижаться. А тогда или снова образуется жидкое ядро, или же, при



Комета 1843 года.

недостаточномъ пониженіи температуры, произойдетъ медленное разсѣяніе въ пространствѣ.

Вблизи солнца такія жидкія массы должны казаться намъ тѣлами, обладающими центральнымъ ядромъ и газообразной

оболочкой. Оболочка эта всегда бываетъ развита сильнѣе на сторонѣ, обращенной къ солнцу. Если массы эти очень малы, то уже на большомъ разстояніи отъ солнца онѣ совершенно превращаются въ паръ. Тогда, вслѣдствіе прохожденія лучей на другую сторону массы, исчезаетъ всякая существенная разни́ца между стороною, обращенной къ солнцу, и противоположной стороною. Такой видъ, дѣйствительно, представляютъ нѣкоторыя небольшія, безхвостыя кометы. *Целльнеръ* склоненъ считать ихъ за капельно-жидкія метеорныя массы.

Спектральный анализъ доказываетъ, конечно, что кометы излучаютъ собственный свѣтъ. Согласно нашимъ нынѣшнимъ знаніямъ, это является слѣдствіемъ или сгорания или электрическаго напряженія. *Целльнеръ* еще до изслѣдованій *Гассельберга* утверждалъ, что немыслимы никакія колебанія относительно выбора между этими двумя причинами самосвѣченія кометъ. Дѣйствительно, допущеніе электрическаго напряженія газообразныхъ оболочекъ вполне согласуется со спектроскопическими наблюденіями. Въ то же время оно вполне можетъ объяснить столь загадочныя до сихъ поръ явленія кометныхъ хвостовъ. При этомъ допущеніи, говорить *Целльнеръ*, мы вынуждены разсматривать развитіе свѣта и хвоста у кометъ, какъ дѣйствіе электрическихъ процессовъ. Эта точка зрѣнія вполне объясняетъ явленія. Тѣмъ самымъ она, въ свою очередь, пріобрѣтаетъ столь высокую степень вѣроятности, какая вообще только мыслима при выводѣ космическихъ процессовъ изъ свойствъ матеріи, до сихъ поръ наблюдавшихся исключительно на земныхъ тѣлахъ.

Мы должны допустить, слѣдовательно, что на кометахъ непрерывно наблюдается электрическое напряженіе. Чѣмъ же порождается это явленіе? *Целльнеръ*, въ качествѣ причины его, указываетъ на процессы испаренія и кипѣнія жидкихъ массъ. Громадная толщина парообразной массы, обладающей электрическимъ напряженіемъ, должна, по мнѣнію *Целльнера*, служить причиной ея свѣченія.

При спектроскопическомъ изслѣдованіи, свѣтъ этотъ долженъ давать тѣ же результаты, какъ и электрической свѣтъ, проходящій черезъ пары, развивающіеся на кометѣ. Но при слабомъ напряженіи электричества прежде всего долженъ

появиться только спектръ того вещества, которое раньше другихъ измѣняетъ свое состояніе при низкихъ температурахъ. Допустимъ—продолжаетъ *Целльнеръ*,—что среди космическихкихъ жидкостей, представляющихъ обломки разрушенныхъ міровыхъ тѣлъ, выдающуюся роль играетъ вода и жидкіе углеводороды. Въ такомъ случаѣ, спектры кометъ могутъ быть преимущественно только такими, которые принадлежатъ парамъ этихъ веществъ и ихъ составнымъ частямъ. Такимъ образомъ можно было бы объяснить аналогію и частичное совпаденіе наблюдавшихся до сихъ поръ кометныхъ спектровъ со спектромъ электрической искры въ атмосферѣ изъ углеводородныхъ паровъ“.

Чтобы объяснить кометные хвосты, *Целльнеръ* допускаетъ существованіе опредѣленнаго *солнечнаго электричества*. Въ этомъ допущеніи имѣются, несомнѣнно, свои слабыя стороны. Но въ его пользу отчасти говорятъ изслѣдованія *Вольфа* въ Цюрихѣ. Послѣдній фактически доказалъ, что величина угла, на который ежедневно въ среднемъ передвигается магнитная стрѣлка, увеличивается, когда увеличивается число солнечныхъ пятенъ. Она уменьшается, когда пятна становятся меньше и рѣже. Оба эти столь отличныя другъ отъ друга явленія обнаруживаютъ такое поразительное совпаденіе, что *Вольфъ* съ полнымъ правомъ сдѣлалъ выводъ: между ними существуетъ причинное взаимодействіе. Такимъ образомъ, по обоимъ этимъ явленіямъ, словно по двумъ различнымъ скаламъ, мы можемъ судить объ интенсивности общей причины. Но едва-ли можно сомнѣваться въ томъ, что электрическіе токи служатъ причиной магнитныхъ колебаній. А разъ мы допускаемъ существованіе электричества на солнцѣ, то легко понять, что оно будетъ подвергаться величайшимъ колебаніямъ въ своей интенсивности, когда на солнечной поверхности образуются многочисленныя и большія пятна и вызываютъ здѣсь громаднѣйшіе перевороты. Эти колебанія, въ свою очередь, воздѣйствуютъ на состояніе земного магнитизма. Такимъ образомъ, по движенію магнитной стрѣлки мы можемъ судить о числѣ появившихся солнечныхъ пятенъ.

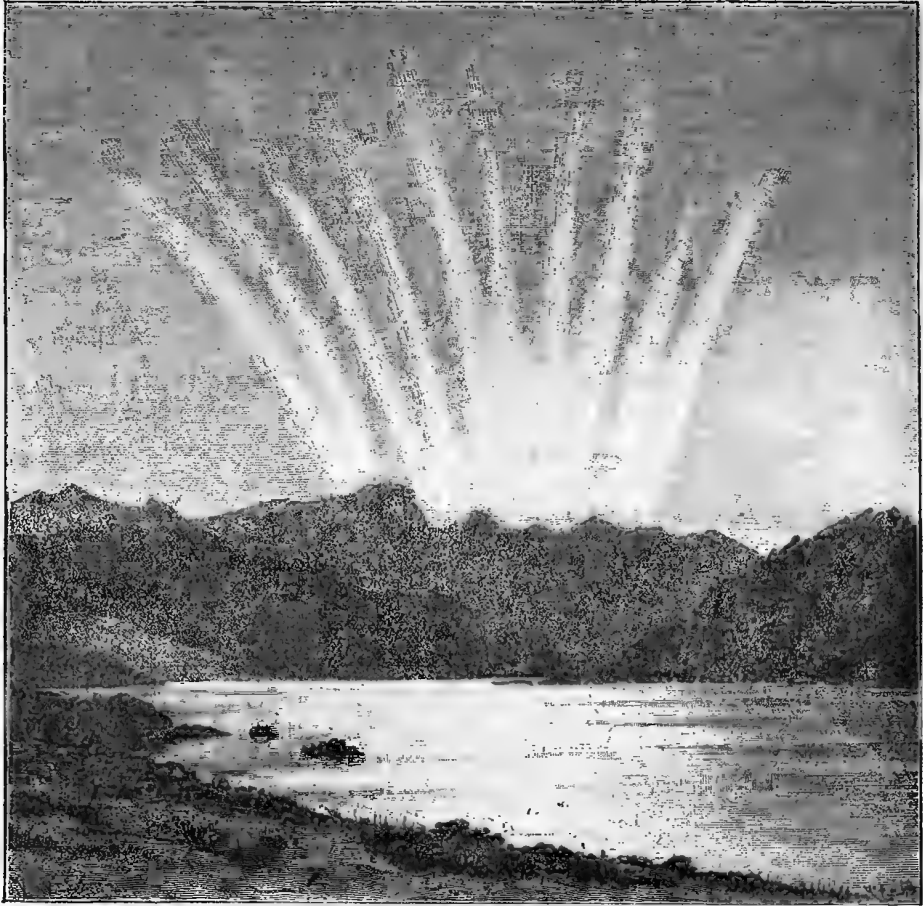
Разъ допускается существованіе электричества на солнцѣ, то нетрудно уже объяснить появленіе кометныхъ хвостовъ. Для этого нужно только примѣнить къ данному случаю эле-

ментарныя положенія ученія объ электричествѣ. Если допустить, что пары, развивающіеся изъ жидкихъ ядеръ кометъ, обладаютъ тѣмъ же электричествомъ, какъ и солнце, то эти частицы паровъ должны отталкиваться отъ солнца. Благодаря этому и кометные хвосты принимаютъ противоположное солнцу направленіе.

Уже въ древней, чрезвычайно важной китайской книгѣ „Венсіангъ-тунгъ-као“, написанной *Ма-дуанъ-линомъ*, говорится: „Вообще у кометы, стоящей къ востоку отъ солнца, хвостъ направленъ къ востоку отъ ядра. Если же комета стоитъ къ западу отъ солнца, то хвостъ направленъ на западъ“. *Сенека* говоритъ: „Кометные хвосты убѣгаютъ отъ солнечныхъ лучей“. *Иеронимъ Фракасторъ* и *Апіанъ* еще до первой половины шестнадцатаго столѣтія впервые съ полной опредѣленностью высказали, что кометные хвосты вообще лежатъ на продолженіи прямой линіи, соединяющей солнце съ головой кометы. Однако, хвосты никогда не образуютъ прямой линіи. Напротивъ, ихъ самыя крайнія части обыкновенно бываютъ нѣсколько изогнуты въ обратную движенію сторону, словно онѣ отстаютъ. Но это, конечно, нисколько не противорѣчитъ указанной выше теоріи. Это явленіе можно объяснить тѣмъ, что самыя крайнія частицы кометныхъ хвостовъ, обладающія наименьшей плотностью, но и наибольшей скоростью, встрѣчаютъ на своемъ пути и наибольшее сопротивленіе. Важнѣе другой вопросъ: всегда ли оси кометныхъ хвостовъ лежатъ въ плоскости того пути, какой описываютъ эти свѣтила. Для кометы 1818 г. *Бессель*, дѣйствительно, доказалъ это, насколько вообще это было возможно при несовершенствѣ тогдашнихъ наблюденій. Точныя изслѣдованія были произведены для нѣкоторыхъ новѣйшихъ кометъ *Виннеке*. Наблюденія надъ первой кометой 1840 г. и большой кометой 1843 г. вполне согласуются съ допущеніемъ, что хвосты кометъ лежали въ плоскости ихъ пути. Для третьей кометы 1853 г. получилось крайне незначительное отклоненіе. Дѣйствительность вполне соотвѣтствуетъ, слѣдовательно, требованіямъ теоріи, поскольку рѣчь идетъ о кометахъ съ *однимъ* хвостомъ.

Но иногда встрѣчаются также кометы съ *нѣсколькими хвостами*. Но это очень рѣдкое явленіе. *Целльнеръ* пытается

объяснить кратные хвосты съ точки зрѣнія своей теоріи. Онъ допускаетъ, что иногда, при условіяхъ, которыхъ мы въ настоящее время еще не знаемъ, электричество кометныхъ паровъ переходитъ въ противоположное. Такой случай дол-



Комета Шезо.

женъ былъ имѣть мѣсто у кометы 1824 г. Одинъ хвостъ этой кометы былъ обращенъ къ солнцу, такъ какъ разноименныя электричества солнца и нѣкоторой части кометныхъ паровъ стремились соединиться. Благодаря этому, соотвѣтствующія частицы паровъ стали двигаться въ направленіи къ солнцу. Въ то же время частицы, обладавшія электриче-

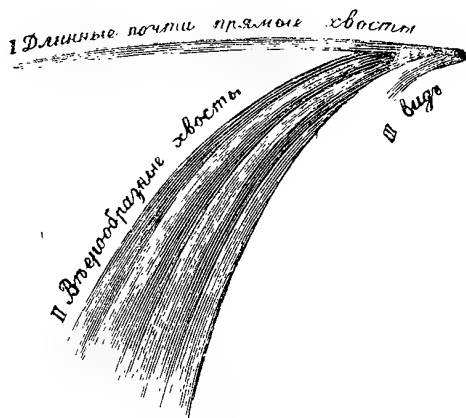
ствомъ, одноименнымъ съ солнечнымъ, стали удаляться отъ солнца и образовали главный хвостъ. Раздѣленіе хвостовъ на противоположной солнцу сторонѣ кометы объясняется присутствіемъ въ кометѣ электричества, тождественнаго съ солнечнымъ электричествомъ. Такое раздѣленіе хвостовъ наблюдалось въ кометѣ 1744 г. Допустимъ теперь, что по какой-либо причинѣ частицы паровъ, образующія хвостъ, раздѣлены при основаніи. Въ такомъ случаѣ, на противоположной солнцу сторонѣ кометы должны образоваться расходящіеся потоки. Они будутъ напоминать въ этомъ отношеніи бузинные шарики, повѣшенные рядомъ на льняныхъ нитяхъ: стоитъ только зарядить ихъ электричествомъ, какъ они тотчасъ же начинаютъ расходиться въ разные стороны.

Профессоръ *Бредихинъ* цѣлый рядъ лѣтъ посвятилъ изученію кометныхъ хвостовъ. Онъ точно также пришелъ къ выводу, что кометные хвосты обязаны своимъ происхожденіемъ электрическому отталкиванію, производимому солнцемъ. Но онъ нашелъ, далѣе, что всѣ кометные хвосты распадаются на три типа. Оба первыхъ типа встрѣчаются наиболѣе часто. Именно эти хвосты придаютъ кометамъ ихъ характерный видъ. Хвосты третьяго типа, напротивъ, совершенно отличны отъ нихъ и очень рѣдки. Это, такъ называемые, „аномальные“ хвосты. Они коротки и обращены къ солнцу. Въ этомъ случаѣ, слѣдовательно, совсѣмъ не наблюдается отталкиванія, производимаго солнечнымъ электричествомъ. Если вычислить, по примѣру *Бредихина*, интенсивность отталкивательной силы, развивающейся при образованіи хвостовъ, то она окажется различной во всѣхъ трехъ типахъ. Примемъ интенсивность солнечнаго притяженія, дѣйствующаго на соотвѣтствующемъ разстояніи кометы, за единицу. Въ такомъ случаѣ отталкивательная сила у кометъ перваго типа будетъ равна 11, у кометъ втораго типа она будетъ равна 1,3, у кометъ третьяго типа—0,2. Но вѣдь ясно, что собственная отталкивательная сила сама по себѣ всегда должна быть одинаковой. А наблюдаемое въ данномъ случаѣ различное дѣйствіе электричества, вѣроятно, обусловливается удѣльнымъ вѣсомъ мельчайшихъ частичекъ самого вещества хвостовъ. Дѣйствительно, указанныя выше числа 11, 1,3 и 0,2 приблизительно обратно пропорціональны атомнымъ вѣ-

самъ тѣхъ химическихъ элементовъ, которые, согласно спектроскопическимъ изслѣдованіямъ, преобладаютъ у кометъ (и метеоровъ). Это—водородъ, углеродъ и желѣзо. Если допустить, что эти элементы находятся въ кометахъ въ состояніи разъединенія, то хвосты трехъ типовъ должны также состоять главнымъ образомъ изъ этихъ элементовъ. Такимъ образомъ, напр., хвосты первого типа должны состоять преимущественно изъ водорода. Расширенные хвосты второго типа будутъ состоять уже изъ нѣсколькихъ элементовъ. Хвосты третьяго типа состоятъ изъ молекулъ съ большимъ удѣльнымъ вѣсомъ, нежели молекулы другихъ хвостовъ. Ихъ вещество было выброшено изъ кометы въ направленіи къ солнцу. Но такъ какъ вещество это тяжело, то отталкивательная сила не оказываетъ на него никакого замѣтнаго дѣйствія. Естественно, что они остались подъ вліяніемъ тяготѣнія. Можно принять, что этого рода молекулы встрѣчаются вообще и отдѣляются на всѣхъ кометахъ. Однако, лишь въ немногихъ случаяхъ этого рода вещество встрѣчается въ столь большомъ количествѣ, что становится видимымъ для насъ въ качествѣ аномальнаго хвоста.

У большихъ кометъ нерѣдко можно наблюдать истеченія непосредственно изъ ядра. Истеченія эти направляются къ солнцу, затѣмъ они расходятся вѣрообразно и, наконецъ, измѣнивъ свое направленіе, образуютъ хвостъ. Ясно видно, какъ вещество выбрасывается въ направленіи къ солнцу. Оно летитъ въ этомъ направленіи, пока отталкивательная сила солнца не остановитъ его движенія и не заставитъ двигаться обратно. Ось конуса истеченія лежитъ въ большинствѣ случаевъ на линіи, соединяющей комету съ солнцемъ. Иногда она колеблется то въ одну, то въ другую сторону на подобіе маятника. Эти движенія конуса истеченія впервые наблюдалъ и точнѣе изслѣдовалъ *Бессель* у кометы *Галлея*. Продолжительность полного колебанія равнялась $4\frac{2}{3}$ днямъ. Самыя колебанія совершались въ плоскости пути кометы въ предѣлахъ угла въ 60° . На этотъ именно уголъ конусъ истеченія отклонялся направо и налево отъ направленія линіи, идущей отъ кометы къ солнцу. Третья комета 1882 г. обнаружила чрезвычайно замѣчательныя движенія истеченій приблизительно въ трехдневній періодъ. Съ точки

зрѣнія теоріи *Целльнера*, эти движенія, напминающія колебаніе маятника, вполне понятны. Стоитъ только допустить, что кометы имѣютъ жидкое ядро, а самыя истеченія принять за развитіе паровъ подѣ вліяніемъ солнечной теплоты.



Типы кометныхъ хвостовъ по Бредихину.

Между кометами и падающими звѣздами существуетъ извѣстная родственная связь. Дѣйствительно, нѣкоторые рои падающихъ звѣздъ движутся по путямъ, совпадающимъ съ путями нѣ которыхъ кометъ. Многіе поспѣшили сдѣлать отсюда выводъ, что оба класса небесныхъ тѣлъ вообще тождественны. Если бы мы стали разсматривать рои падающихъ звѣздъ съ далекаго разстоянія, то онѣ представились бы намъ въ видѣ кометъ. Но *Скиапарелли* доказалъ ошибочность этого вывода. Кометы и падающія звѣзды суть существенно отличныя небесныя тѣла. Совпаденіе ихъ орбитъ можетъ разсматриваться лишь, какъ доказательство одинаковости ихъ *происхожденія*. Эту первоначальную связь *Скиапарелли* представляетъ себѣ въ такомъ видѣ. Ядра кометъ состоятъ изъ твердаго вещества. Вслѣдствіе метеорологическихъ процессовъ, совершающихся въ ихъ газообразной оболочкѣ, они подвергаются своего рода вывѣтриванію. Такимъ путемъ ядра кометъ постепенно распадаются на отдѣльныя частицы. Притяженіе и атмосферное сопротивленіе болѣе крупнаго мірового тѣла заставляютъ ихъ разсѣяться и превращаютъ въ рой метеоритовъ. *Целльнеръ*, напротивъ, думалъ, что ко-

Итакъ не подлежитъ сомнѣнію, что *целльнерова* теорія кометъ въ общемъ объясняетъ явленія, связанныя съ этими загадочными небесными тѣлами. Однако, нельзя забывать, что основной ея принципъ, допущеніе капельно-жидкаго состоянія кометнаго вещества, представляетъ собой недоказанную гипотезу. Благодаря классическимъ изслѣдованіямъ *Скиапарелли*, мы знаемъ въ настоящее время, что

меты суть *жидкіе*, а метеориты или падающія звѣзды *твердые* остатки болѣе крупнаго мірового тѣла. „Представимъ себѣ—говоритъ онъ,—что наша земля распадется нѣкогда въ силу подобнаго же процесса на отдѣльные куски. Такимъ именно путемъ, какъ думаетъ *Олберсъ*, возникли малыя планеты. Въ такомъ случаѣ, образуются многочисленные твердые обломки. А наряду съ ними части нынѣшнихъ морей и образовавшихся въ нѣдрахъ земли жидкихъ углеводородныхъ соединений соберутся въ отдѣльные жидкіе шары. Обитателямъ другихъ міровъ они будутъ казаться кометообразными тѣлами, окруженными различной газообразной оболочкой“.

Скіапарелли, въ полнѣйшемъ согласіи съ наблюденіями, доказаль, что кометы отнюдь не представляютъ собой неизмѣнныхъ, компактныхъ міровыхъ тѣлъ, у которыхъ возмущающее дѣйствіе притяженія солнца и планетъ можетъ отражаться только на измѣненіи *пути*. Кометы, по его мнѣнію, суть, скорѣе, системы тѣлъ очень незначительной плотности. При извѣстныхъ условіяхъ онѣ съ теченіемъ времени необходимо распадаются. Въ такомъ случаѣ рѣшительно нельзя думать, что эти тѣла населены живыми существами. Вѣдь нельзя же допустить, что существа эти обладаютъ какой-то особенной организаціей, что для нихъ совершенно безвредно пребываніе въ горячей жидкости, что для нихъ совершенно безразлично, если обитаемое ими небесное тѣло время отъ времени будетъ распадаться на части.

Такое распаденіе неизбежно при извѣстныхъ условіяхъ, о которыхъ мы тотчасъ же скажемъ подробнѣе. Система небольшихъ отдѣльныхъ тѣлъ, или система, состоящая изъ связной матеріи, необходимо должна распасться подъ вліяніемъ притяженія солнца. Но до *Скіапарелли* рѣшительно никто не обратилъ на это обстоятельство должнаго вниманія. А вѣдь, вѣроятно, такого рода распаденіе играло чрезвычайно большую роль при возникновеніи звѣздныхъ системъ изъ первичной туманной матеріи. Да и въ настоящее еще время оно играетъ извѣстную роль: именно этимъ обуславливаются явленія періодическихъ и правильныхъ метеорныхъ дождей.

Представьте себѣ шарообразную систему, состоящую изъ небольшихъ, раздѣльныхъ тѣлъ. Пусть система эта

обладаетъ однороднымъ строеніемъ и плотностью. Въ такомъ случаѣ каждая отдѣльная частица этой системы будетъ притягиваться къ центру съ извѣстной силой. Эта послѣдняя зависитъ отъ разстоянія данной частицы отъ центра притяженія. Допустимъ, далѣе, что вся система, въ свою очередь, притягивается также и солнцемъ. Ясно, такимъ образомъ, что ближайшія, обращенныя къ солнцу точки будутъ притягиваться сильнѣе всего, самыя отдаленныя—слабѣе всего. Разница между этими притяженіями и притяженіемъ солнца на центръ создаетъ возмущающую силу. Эта послѣдняя стремится увеличить разстояніе между обѣими упомянутыми точками и центромъ шара. Притяженіе солнца дѣйствуетъ, слѣдовательно, на указанную шарообразную систему, какъ сила, разъединяющая частицы. Система эта необходимо распадется, если возмущающая сила солнца окажется больше притяженія въ центрѣ данной системы. Предѣлъ устойчивости зависитъ не отъ размѣровъ шара, а только отъ количества содержащейся въ немъ матеріи и отъ его разстоянія отъ солнца. Представьте себѣ теперь систему, состоящую изъ очень малыхъ массъ. Пусть вѣсъ массы равняется одному грамму. Помѣстимъ ее на такомъ же разстояніи отъ солнца, на какомъ находится земля. Какъ велико должно быть среднее разстояніе между этими маленькими тѣльцами, чтобы вся система могла сохранить свою устойчивость? Какъ показываетъ *Скіапарелли*, такое облако маленькихъ тѣлецъ тотчасъ же должно распасться, разъ среднее разстояніе между тѣльцами будетъ больше 1,86 метра. Въ этомъ случаѣ притяженіе солнца заставитъ каждую отдѣльную частицу вѣсомъ въ 1 граммъ двигаться по независимому пути.

Допустимъ, что шарообразная система состоитъ не изъ раздѣльныхъ частей, а изъ связанной матеріи. Въ такомъ случаѣ путемъ вычисленія мы снова можемъ опредѣлить ту плотность системы и то разстояніе отъ солнца, за которыми начинается ея распаденіе. Такъ, оказывается, напр., что первая комета 1843 г. должна была обладать плотностью, по крайней мѣрѣ, въ $\frac{1}{17}$ (плотность воды принимается за единицу), чтобы не распасться при своемъ приближеніи къ солнцу. Но такой плотности нельзя приписать ни атмосферѣ этой, ни атмосферѣ какой-либо другой кометы. *Скіапарелли*

вычислилъ, что система, подобная допускаемой здѣсь, чтобы не распасться на разстояніи земли отъ солнца, должна обладать плотностью, по меньшей мѣрѣ, въ $\frac{1}{3.310.000}$. Это даетъ три грамма матеріи на 10 кубическихъ метровъ и соотвѣствуетъ плотности нашей атмосферы при температурѣ 0° и при давленіи 0,177 миллиметровъ. Однородное скопленіе матеріи такой же плотности начнетъ тотчасъ же распадаться подъ вліяніемъ притяженія солнца, какъ только приблизится къ нему на большее разстояніе, нежели отстоитъ отъ него земная орбита. Но „эта плотность—говоритъ *Скиапарелли*—гораздо больше той, какую обыкновенно приписываютъ атмосферѣ кометъ“. Если же плотность разсматриваемыхъ системъ не равномерна, а возрастаетъ съ поверхности къ центру, то распаденіе будетъ происходить неравномерно во всѣхъ частяхъ системы: оно начнется съ поверхности и лишь постепенно будетъ переходить на внутреннія части. По мѣрѣ того, какъ такая комета приближается къ солнцу, разлагающая сила будетъ возрастать, она все болѣе и болѣе будетъ захватывать болѣе глубокіе и болѣе плотные слои. Комета должна даже совершенно распасться, если внутреннее ядро не настолько плотно, чтобы противостоять сильнѣйшему дѣйствию разлагающей силы. Эти выводы поразительно совпадаютъ съ наблюденіями надъ кометами. Комета *Донати* и нѣкоторыя другія кометы были подвергнуты болѣе точнымъ изслѣдованіямъ. Изслѣдованія эти показали, что туманная оболочка начинаетъ разлагаться, по мѣрѣ того, какъ комета все болѣе и болѣе приближается къ солнцу. *Бондъ* далъ великолѣпные рисунки кометы *Донати*. Здѣсь можно ясно различить слои отдѣлившагося вещества въ тѣхъ мѣстахъ, которыя это свѣтило занимало нѣсколько дней передъ этимъ при своемъ полетѣ черезъ міровое пространство.

Распаденіе нѣкоторыхъ кометъ незначительной плотности исключительно въ силу притяженія солнца есть математически доказанный фактъ. Тутъ невозможны никакія сомнѣнія. Но едва-ли можно сомнѣваться и въ томъ, что на кометахъ дѣйствуютъ еще и другія силы. Дѣйствіе этихъ силъ проявляется какъ бы въ видѣ изверженій. На существованіе такихъ силъ указываютъ и три различныхъ типа хвостовъ.

Проф. *Бредихинъ* доказалъ, что существованіе такихъ силъ въ высшей степени вѣроятно. Онъ доказалъ, что отъ кометы по всѣмъ направленіямъ отбрасываются мелкія частицы. Онъ нашелъ, далѣе, путемъ вычисленія, что эти выброшенные маленькія тѣльца должны затѣмъ описывать вокругъ солнца или эллиптическіе или гиперболическіе пути. Пока комета не приблизилась къ солнцу на извѣстное разстояніе, всѣ выброшенные ею частички будутъ двигаться по гиперболическимъ путямъ. Другими словами, онѣ будутъ снова удаляться изъ солнечной системы. Разъ комета еще больше приблизится къ солнцу, то выброшенные частицы будутъ двигаться вокругъ солнца по замкнутымъ эллиптическимъ орбитамъ. Мы получаемъ, слѣдовательно, для каждой точки кометной орбиты рядъ эллипсовъ, которые будутъ пересѣкаться въ этихъ точкахъ. Но орбиты этихъ частичекъ сильно различаются между собой по продолжительности времени обращенія. Уже спустя нѣсколько лѣтъ частицы эти должны будутъ распредѣлиться довольно равномерно. Но выталкиваніе этихъ частичекъ совершается не исключительно по плоскости кометной орбиты: оно принимаетъ также и форму конуса. Такимъ именно образомъ *Бредихинъ* объясняетъ тотъ фактъ, что земля ежегодно встрѣчается съ роями метеоровъ. Хотя комета, которой они обязаны своимъ возникновеніемъ, давно уже снова удалилась отъ солнца. Иногда бываетъ такъ, что матерія кометы выталкивается изъ нея въ большомъ количествѣ не непрерывно, а внезапно, какъ бы въ видѣ особенно сильнаго изверженія. Она описываетъ тогда самостоятельную орбиту. Въ этомъ случаѣ мы будемъ имѣть передъ собой картину раздѣленія первоначально единой кометы. Вѣроятно, такимъ именно путемъ произошло раздѣленіе кометы *Біэлы* и появленіе маленькаго спутника возлѣ кометы V 1889 г.

Благодаря важнымъ изслѣдованіямъ *Скиапарелли* и *Бредихина* была установлена тѣснѣйшая связь между кометами и метеорными потоками. Благодаря этимъ же работамъ чрезвычайно расширились наши свѣдѣнія о кометахъ и метеорахъ, а также наши космологическія воззрѣнія. Передъ нами открылся теперь цѣлый рядъ новыхъ и чрезвычайно интересныхъ точекъ зрѣнія, о которыхъ раньше и думать нельзя было.

Я хочу теперь, опираясь на эти изслѣдованія, обрисовать положеніе кометъ во вселенной, начиная съ момента перваго ихъ возникновенія и до конца ихъ существованія въ качествѣ космически самостоятельныхъ тѣлъ. Къ падающимъ звѣздамъ я вернусь позже.

Лапласъ разсматривалъ кометы, какъ небольшія туманныя массы, блуждающія по пространству отъ одной солнечной системы къ другой. Когда онѣ ниспускаются къ нашему солнцу, онѣ начинаютъ двигаться такими путями, видимая часть которыхъ совпадаетъ съ параболической линіей. Ту же самую проблему изслѣдовалъ геометрически съ болѣе общихъ точекъ зрѣнія *Скіапарелли*. Онъ пришелъ при этомъ къ такому болѣе правильному результату: если бы кометы занимали такое положеніе, какое приписывалъ имъ *Лапласъ*, то ихъ орбиты почти безъ исключенія должны были бы имѣть характеръ гиперболы. „Этотъ результатъ — заявилъ *Скіапарелли* — совершенно уничтожаетъ гипотезу *Лапласа* относительно происхожденія кометъ. Онъ уничтожаетъ всѣ выводы, какіе самъ считалъ возможнымъ сдѣлать изъ этой гипотезы въ своихъ прежнихъ работахъ. Кометы приходятъ къ намъ изъ звѣздныхъ пространствъ. Объ этомъ ясно свидѣтельствуется нѣсколько гиперболическій характеръ нѣкоторыхъ изъ ихъ путей. Но въ то же время, въ описываемыхъ ими коническихъ сѣченіяхъ преобладаетъ параболическая форма. Это наводитъ на мысль, что среди безконечно большаго числа тѣлъ, наполняющихъ небесныя пространства, кометы образуютъ самостоятельный классъ, отличающійся особеннымъ характеромъ. У нихъ совершенно особенная форма пути, которая, какъ это показываетъ теорія, меньше всего вѣроятна для другихъ тѣлъ. Не трудно выяснить, въ чемъ именно выражается этотъ ихъ своеобразный характеръ. Дѣйствительно, мы уже упоминали о томъ, что если тѣло приходитъ къ намъ изъ области неподвижныхъ звѣздъ, то только въ одномъ случаѣ описываемый имъ путь можетъ имѣть почти параболическую форму: скорость и направленіе его собственнаго движенія должны быть совершенно одинаковы со скоростью и направленіемъ собственнаго движенія солнца. Отсюда вытекаетъ: кометы среди звѣздъ и другихъ тѣлъ, не принадлежащихъ къ планетамъ, образуютъ особую

систему, всѣ члены которой слѣдуютъ за солнцемъ въ его собственномъ движеніи черезъ небесныя пространства. Къ этой системѣ принадлежатъ также и солнце. Если оно не единственный и не главнѣйшій центръ, то, во всякомъ случаѣ, одинъ изъ центровъ довольно большой массы и притяженія. Меньшія тѣла системы, по крайней мѣрѣ, временно, подчинены ему въ качествѣ спутниковъ. Принадлежатъ ли къ этой системѣ, помимо солнца, еще другія свѣтила,—этого въ настоящее время мы не можемъ рѣшить. Признакомъ такихъ свѣтилъ могъ бы служить замѣтный годичный параллаксъ въ связи съ видимымъ собственнымъ движеніемъ, которое равнялось бы нулю или было бы очень мало“.

Итакъ, наше солнце, съ этой точки зрѣнія, совмѣстно съ другими небесными тѣлами, образуетъ самостоятельную систему. Но въ то же время оно входитъ въ качествѣ члена въ другую, болѣе обширную систему. *Скіапарелли* указываетъ на аналогичные этому факты. Такъ, въ извѣстныхъ областяхъ неба цѣлыя группы звѣздъ движутся почти съ одинаковой скоростью и въ одномъ и томъ же направленіи. Въ этомъ однообразномъ движеніи звѣздъ можно отчасти усматривать отраженіе движенія нашего солнца черезъ міровое пространство. Но въ большинствѣ случаевъ тутъ передъ нами реальныя явленія. Я укажу здѣсь на нѣсколько такихъ звѣздныхъ системъ. Замѣчательнымъ примѣромъ этого могутъ служить среднія главные звѣзды Большой Медвѣдицы. Это—звѣзды γ , δ , ϵ , ζ этого созвѣздія. Собственное движеніе ихъ составляетъ въ среднемъ 14 или 15 угловыхъ секундъ въ столѣтіе. Направленіе этого движенія у всѣхъ этихъ звѣздъ одинаково на востокъ. Другой примѣръ представляютъ звѣзды ζ , ϵ , δ въ созвѣздіи Оріона. Ихъ собственное движеніе составляетъ приблизительно 10 угловыхъ секундъ въ столѣтіе. Направленіе этого движенія приблизительно западное. Другой замѣчательный потокъ звѣздъ мы видимъ въ головѣ Тельца въ группѣ Гіадъ. Точно также и здѣсь всѣ звѣзды группы обнаруживаютъ движеніе въ юго-восточномъ направленіи, и величина этого движенія приблизительно одинаковая. Исключеніе составляютъ только три звѣзды, которыя лишь оптически принадлежатъ къ этой группѣ. Къ этимъ послѣднимъ звѣздамъ принадлежитъ

также самая яркая звѣзда всей группы, красивый, красноватый *Альдебаранъ*. Въ дѣйствительности онъ находится между этой звѣздной группой и нашимъ солнцемъ.

Скіапарелли думаетъ, что всѣ эти тѣла, обладающія общимъ движеніемъ, со времени начала нынѣшняго звѣзднаго міра составляли самостоятельную систему. Члены этой системы, даже проникнувъ въ пространство, занятое другими тѣлами, сохранили свое общее движеніе. Поэтому-то они и носятъ еще на себѣ печать своего общаго происхожденія. *Вильямъ Гершель* полагалъ, что звѣздный міръ образовался путемъ уплотненія туманнаго вещества. Съ такой точки зрѣнія, эти факты легко было бы объяснить слѣдующимъ образомъ: въ каждой группѣ, обнаруживающей въ пространствѣ параллельное и равное движеніе, всѣ свѣтила при своемъ возникновеніи принадлежали къ одной и той же части туманной массы. Первоначальное движеніе этой массы сохранилось и послѣ того, какъ она превратилась въ большее или меньшее число небесныхъ тѣлъ. „Такая часть туманной массы была бы общей матерью солнечной системы, кометъ, а, возможно, также и другихъ небесныхъ тѣлъ. Но кометы *съ самаю начала своего возникновенія* не принадлежали къ солнечной системѣ, какъ это ошибочно думаютъ нѣкоторые. Онѣ стоятъ къ солнцу, скорѣе, въ отношеніи близкаго родства или общаго происхожденія. Вѣдь онѣ возникли вмѣстѣ съ солнцемъ въ одной и той же части первичной туманной массы. Еще и понынѣ онѣ сопутствуютъ солнцу въ его невѣдомомъ космическомъ пути“.

Пути кометъ, по которымъ онѣ ниспускаются къ нашему солнцу изъ неизмѣримаго звѣзднаго пространства, подвергаются нѣкоторымъ видоизмѣненіямъ: иногда онѣ значительно измѣняются, а иногда получаютъ совершенно новый видъ. Имѣются двѣ причины такихъ измѣненій: сопротивленіе наполняющаго небесныя пространства тонкаго вещества и притяженіе со стороны планетъ. Сперва о первой причинѣ. Уменьшеніе большой полуоси въ орбитѣ кометы *Энке*, по новѣйшимъ изслѣдованіямъ, не доказываетъ еще, что причина эта продолжаетъ дѣйствовать еще и понынѣ. Можно, впрочемъ, съ нѣкоторой долей вѣроятности допустить, что сравнительно тѣсные эллиптическіе пути нѣкото-

рыхъ кометъ возникли постепенно изъ болѣе обширныхъ путей вслѣдствіе сопротивленія ээира. Произошло это, конечно, въ теченіе очень долгихъ промежутковъ времени. Но вторая причина, возмущающее вліяніе большихъ планетъ, повидимому, имѣла гораздо большее значеніе. По крайней мѣрѣ, на нашихъ собственныхъ глазахъ планета Юпитеръ неоднократно совершенно измѣняла орбиты кометъ.

Первая такая комета была открыта въ 1770 г. *Мессье*. Вычисленіе *Лекселля* показало, что время ея обращенія равняется $5\frac{1}{2}$ годамъ. Но свѣтило это затѣмъ не появлялось. Его не наблюдали также и до 1770 г. Лишь изслѣдованія *Буркхардта* выяснили, въ чемъ дѣло. Онъ, показавъ, что комета въ 1767 г. значительно приблизилась къ Юпитеру. Эта громадная планета оказала возмущающее вліяніе на ея движеніе. Только теперь комета стала двигаться по тѣсной эллиптической орбитѣ, какую она описывала въ 1770 г. Въ 1779 году комета снова приблизилась къ Юпитеру. И снова была брошена на новый путь. Но теперь ея нельзя уже было видѣть съ земли. Время обращенія кометы равнялось теперь 27 годамъ. Она двигалась по новой орбитѣ вплоть до весны 1886 г. Въ это время она снова приблизилась къ Юпитеру. По изслѣдованіямъ *Чандлера*, она оставалась въ сферѣ притяженія этой громадной планеты цѣлыхъ восемь мѣсяцевъ. А въ результатѣ — новое измѣненіе орбиты. Теперь время обращенія кометы стало равняться 7 годамъ. Комета стала видна намъ лѣтомъ 1889 г. Но и эту орбиту комета будетъ описывать недолго. Послѣ 5 оборотовъ, въ 1961 г., она снова приблизится къ Юпитеру и снова будетъ брошена на новый путь. Эта комета представляетъ, насколько до сихъ поръ извѣстно, поразительнѣйшій примѣръ полного измѣненія своей орбиты. Она показываетъ, что могутъ сулить намъ въ будущемъ эти изумительныя свѣтила. Вѣдь мы съ полнымъ основаніемъ можемъ допустить, что кометныя орбиты подвергаются еще болѣе значительнымъ измѣненіямъ. Только будущее раскроетъ намъ это.

Второй примѣръ такого рода измѣненія кометныхъ орбитъ представляетъ открытая *Брорсеномъ* небольшая комета. Онъ открылъ ее 26 февр. 1846 г. на Кильской обсерваторіи. Комета эта лишена хвоста и ядра. Эту комету также привелъ



Вильямъ Гершель.

къ намъ Юпитеръ. По вычисленіямъ *d'Арре*, комета обязана своей нынѣшней орбитой большой близости къ Юпитеру. Она заняла это положеніе въ теченіе мѣсяцевъ апрѣля, мая и іюня 1842 г. До 19 апрѣля туманное свѣтило описывало вокругъ солнца эллиптическую кривую. На этой орбитѣ комета никогда не приближалась къ солнцу ближе 30 милліоновъ миль. Наибольшее же разстояніе отъ солнца достигало 117 милліоновъ миль. Уголъ, образуемый плоскостью этой орбиты съ плоскостью земной орбиты, равнялся тогда 41 градусу. Подъ вліяніемъ Юпитера эта орбита измѣнилась. Теперь наименьшее разстояніе кометы отъ солнца понизилось до 13 милліоновъ миль, а наибольшее—до 113 милліоновъ миль. Уголъ, образуемый кометной орбитой съ земною орбитой, равнялся теперь только 31 градусу. Но этимъ еще не закончилось вліяніе Юпитера. Юпитеръ привелъ къ намъ комету, онъ же снова и скроетъ ее съ нашихъ глазъ. Вычисленія *d'Арре* показали, что, насколько можно судить теперь объ этомъ, комета *Брорсена* останется на своей нынѣшней орбитѣ до середины настоящаго столѣтія. А затѣмъ, приблизительно, около 1937 г., она снова перейдетъ на другую орбиту.

Итакъ, нѣкоторыя кометы измѣняютъ свои пути и время своего обращенія. Но, наряду съ этимъ, наблюдаются случаи распадаенія связанныхъ тѣлъ. Достаточно извѣстно раздѣленіе кометы *Біэлы* на два обособленныхъ свѣтила, которыя стали раздѣльно совершать свой путь. Я не стану долго останавливаться на этомъ. Профессоръ *Кирквудъ* полагаетъ, что дѣленіе это вызвано дѣйствіемъ разлагающей силы солнца. Если это, дѣйствительно, такъ, то нельзя особенно удивляться тому, что это двойное свѣтило совершенно не появилось въ 1866 году. Разъ сила эта продолжала непрестанно воздѣйствовать на обѣ кометы, то оба эти слабо свѣтящіяся свѣтила должны были, въ концѣ концовъ, стать совершенно невидимыми. Еще меньше слѣдуетъ, въ такомъ случаѣ, удивляться громадному потоку падающихъ звѣздъ, наблюдавшемуся въ ночь съ 27 на 28 ноября 1872 г. Въѣдъ земля въ то время находилась очень близко отъ орбиты кометы *Біэлы*.

Орбита эта занимаетъ въ пространствѣ такое положеніе,

что точка ея нисходящаго узла отстоятъ отъ солнца почти на такомъ же разстояніи, на какомъ находится отъ него въ этомъ мѣстѣ орбита самой земли. Длина этого нисходящаго узла на плоскости эклиптики равняется 66° . Земля достигла этого мѣста въ ночь съ 27 на 28 ноября 1872 г. Въ этомъ мѣстѣ разстояніе орбиты кометы *Біэлы* отъ солнца лишь на немного меньше разстоянія земли отъ солнца. Поэтому наша планета нѣкоторое время шла рядомъ съ орбитой кометы *Біэлы*. Возьмемъ наглядный примѣръ. Представимъ себѣ обѣ орбиты въ видѣ двухъ рельсовыхъ путей. Указанная точка будетъ соотвѣтствовать тому участку, какой оба эти рельсовые пути пробѣгаютъ совсѣмъ рядомъ. А дальше они расходятся уже по различнымъ направленіямъ. Два поѣзда лишь тогда встрѣтятся на этихъ путяхъ, они лишь тогда пройдутъ рядомъ одинъ возлѣ другого, если *одновременно* достигнутъ того участка. Такъ же обстояло дѣло съ землей и кометой *Біэлы*. Относительно земли мы знаемъ, что 27 ноября она находилась въ соотвѣтствующемъ мѣстѣ, т. е., въ мѣстѣ сближенія. Но относительно кометы мы не знаемъ ничего опредѣленнаго. Послѣдній разъ ее наблюдали позднимъ лѣтомъ 1852 г. А затѣмъ она исчезла. Согласно вычисленію, она должна была бы появиться снова зимой 1865—66. Она не могла бы ускользнуть отъ вниманія астрономовъ, которые ревностно искали ее. Это загадочное исчезновеніе большого мірового тѣла или, точнѣе, двухъ—въѣдъ комета представляетъ собой двойную комету—уже въ то время привлекло къ себѣ величайшее вниманіе. Какъ я упоминалъ уже выше, сдѣлали довольно вѣроятный выводъ, что свѣтило, по крайней мѣрѣ, отчасти распалось. Этотъ выводъ, повидимому, находитъ себѣ подтвержденіе въ метеорномъ дождѣ, наблюдавшемся въ ночь съ 27 на 28 ноября 1872 г. Дѣйствительно, если бы комета продолжала существовать въ прежнемъ видѣ, то земля въ этотъ день не могла бы находиться вблизи нея. Черезъ данную точку комета прошла бы задолго до этого. Уже въ первую треть октября комета должна была бы достигнуть своего перигелія. Теперь представьте себѣ, что комета отчасти распалась на большой рой метеоровъ, что этотъ метеорный потокъ растянулся вдоль ея орбиты. Въ такомъ случаѣ, земля при своемъ полетѣ легко могла бы

столкнуться въ этомъ мѣстѣ съ нѣкоторой частью этого потока, который какъ разъ проносился здѣсь. Такъ, повидимому, оно и было въ дѣйствительности. Земля своимъ притяженіемъ привлекла къ себѣ болѣе или менѣе значительную часть этихъ метеоровъ. Или, если угодно, она пронеслась черезъ часть этого роя. Не можетъ быть, слѣдовательно, и рѣчи о столкновеніи земли съ кометой *Біэлы*. Самое большее, рѣчь можетъ идти только о встрѣчѣ земли съ метеорнымъ потокомъ, который возникъ изъ частичнаго распадѣнія кометы *Біэлы*.

Клинкерфюсс предполагалъ тогда, что свѣтило находится вблизи земли. Онъ пришелъ къ заключенію, что, судя по паденію метеоровъ, оно должно быть видимо на южномъ небѣ вблизи звѣзды θ въ Центаврѣ. Онъ немедленно же телеграфировалъ въ Мадрасъ. *Поисонъ*, дѣйствительно, нашелъ 2 декабря комету вблизи указаннаго мѣста. *Клинкерфюсс* считалъ ее за одну изъ кометъ *Біэлы*. И онъ имѣлъ на то основаніе. Дѣйствительно, было бы необычайной случайностью, если бы какая-либо иная комета находилась какъ разъ на этомъ мѣстѣ неба. Тринадцать лѣтъ спустя, 27 ноября 1885 г., снова повторился необычайно сильный метеорный дождь. И снова большинство метеоровъ падало изъ одной точки веба вблизи звѣзды γ въ Андромедѣ. Въ этомъ же мѣстѣ выпалъ метеорный потокъ и въ 1872 г. По изслѣдованіямъ проф. *Ньютона*, во время наибольшаго развитія этого явленія, число вспыхивавшихъ ежечасно метеоровъ достигало 75.000. Но какъ ни велико это число, какъ ни казались скученными для глаза падающія звѣзды,—все же, онѣ были очень скудно разсѣяны по громадному пространству. По вычисленію *Ньютона*, въ среднемъ, на 550 кубическихъ миль приходился всего лишь *одинъ* метеоръ.

Вполнѣ естественно предположить, что оба эти явленія произошли вслѣдствіе возвращенія одного и того же метеорнаго роя. Въ такомъ случаѣ можно вычислить орбиту послѣдняго. И вотъ, оказывается, что орбита эта вполнѣ совпадаетъ съ орбитой, которую описывала комета *Біэлы*. *Скіапарелли* считаетъ, далѣе, возможнымъ допустить, что комета и метеорный потокъ очень близко отстоятъ другъ отъ друга по орбитѣ. Возможно даже, что комета находится въ

самомъ метеорномъ роѣ. Знаменитый миланскій астрономъ разсуждаетъ, далѣе, такъ: рой занимаетъ не очень большую дугу по своей орбитѣ; поэтому, нѣтъ никакихъ основаній, почему бы комета или ея ядро, ставшее невидимымъ и составляющее значительную часть ея, должны были находиться внѣ этой дуги. Далѣе, въ 1872 г. комета прошла черезъ узелъ менѣе, чѣмъ за три мѣсяца до метеорнаго роя. Это—факты. Такую близость едва-ли можно считать простою случайностью. А вѣдь намъ пришлось бы это допустить, если бы время обращенія было существенно различнымъ. Наконецъ, слѣдуетъ имѣть въ виду, что тождество орбитъ заключаетъ въ себѣ также и равенство большихъ осей, а тѣмъ самымъ и временъ обращенія.

Если принять это тождество за доказанное, то нетрудно будетъ изъ наблюдений 1882 и 1885 гг. опредѣлить нижнюю границу метеорнаго роя. Сравнимъ наблюденія 1872 г. съ орбитой кометы, какой она была, согласно вычисленію, въ 1865 г. Такимъ образомъ можно приблизительно вычислить разстояніе кометы отъ того мѣста роя, какое земля пересѣкла въ 1872 г. Въ 1865 г. комета прошла черезъ узелъ 27 декабря. Присоединимъ сюда продолжительность одного обращенія (въ 1865 г. она равнялась 2445 днямъ). Мы получимъ тогда для ближайшаго прохожденія кометы черезъ узелъ 7 сентября 1872 г. Слѣдовательно, прохожденіе это должно было произойти за 81 день до времени большого метеорнаго потока. Такимъ образомъ, можно заключить, что метеоры при прохожденіи черезъ узелъ запоздали, сравнительно съ кометой, на 81 день, или, приблизительно, на $\frac{1}{30}$ всего оборота. Это можно принять за нижнюю границу, до которой распространяется вдоль дуги орбиты кометное вещество. Чтобы опредѣлить верхнюю границу распространенія роя, слѣдуетъ обратить вниманіе на то обстоятельство, что между 1872 и 1885 г. не было ни одного случая обильнаго метеорнаго дождя. Это доказываетъ, повидимому, что болѣе плотная часть роя проходитъ черезъ узелъ менѣе, чѣмъ въ годъ, т. е., менѣе чѣмъ въ $\frac{1}{6}$ своего оборота. Если бы для этого требовался цѣлый годъ или еще больше, то земля, вернувшись черезъ годъ на то же самое мѣсто, снова встрѣтилась бы съ роємъ. Нельзя, однако, забывать,

что наблюденію могутъ мѣшать лунный свѣтъ, дурная погода и кратковременность самого явленія. Далѣе, возможно также, что рой въ нѣкоторыхъ точкахъ прерывался. Поэтому выводы относительно верхней границы роя по его орбитѣ очень ненадежны.

Въ 1860 г. появилась блѣдная комета, наблюдавшаяся преимущественно на южномъ небѣ. Комета эта точно также распалась на двѣ отдѣльныя кометы. Послѣ этого прошло болѣе двадцати лѣтъ, прежде чѣмъ вновь повторился подобный же случай. 3-го сентября 1882 г. на обсерваторіи мыса Доброй Надежды замѣтили комету очень близко отъ солнца. Въ этотъ день и слѣдующій ее наблюдали съ величайшей точностью. Вычисленіе показало, что 17-го сентября комета такъ близко подошла къ солнцу, что пронеслась даже черезъ крайнія области его раскаленной атмосферы. Ея ядро было тогда совершенно круглымъ. Но 24 сентября оно стало уже продолговатымъ. На слѣдующей недѣлѣ на немъ развились два свѣтлыхъ ядра. Такъ что можно было ожидать, что оно распадется. Что именно произошло въ ближайшіе дни съ этой кометой,—этого мы не знаемъ. Но 9 октября на Аѳинской обсерваторіи рядомъ съ кометой замѣтили громадную туманную массу. Туманность эта во много разъ была больше нашей земли. Она быстро измѣняла свою форму. Въ своемъ движеніи она слѣдовала за кометой. На слѣдующей недѣлѣ масса эта удалилась отъ кометы, увеличилась въ своихъ размѣрахъ, но въ то же время стала блѣднѣе. Вмѣстѣ съ тѣмъ туманность непрестанно измѣняла свою форму, она изогнулась въ видѣ дуги и, наконецъ, окончательно исчезла 13 октября. 18 октября въ Америкѣ неожиданно замѣтили къ юго-западу отъ кометы шесть маленькихъ туманностей, словно миниатюрныя кометы. Ихъ можно было наблюдать только короткое время. Наконецъ, 21 октября замѣтили къ востоку отъ кометы на довольно большомъ разстояніи большихъ размѣровъ туманность. Всѣ эти туманности описывали такія же орбиты, какъ и сама главная комета. Въ виду всего этого, едва-ли можно сомнѣваться въ томъ, что всѣ эти массы отдѣлились отъ главной кометы или, скорѣе, были выброшены изъ нея.

Профессоръ *Бредихинъ* произвелъ точныя изслѣдованія. И

вотъ, оказалось, что въ ядрѣ первоначальной кометы произошелъ родъ взрыва или изверженія. Именно этому обстоятельству обязаны своимъ возникновеніемъ малыя кометныя туманности. Такого рода процессъ, несомнѣнно, представляетъ собой одно изъ величественнѣйшихъ космическихъ явленій. Едва-ли можно вообразить себѣ все величіе такой катастрофы. Вѣдь въ этомъ случаѣ такое громадное свѣтило, какъ комета, распадается на части, и эти обломки начинаютъ совершать свой путь вокругъ солнца въ качествѣ самостоятельныхъ кометъ. Но этого мало: такіе процессы въ тѣхъ пространствахъ, гдѣ царитъ солнце, происходятъ, очевидно, не особенно рѣдко. Но мы, люди, вплоть до послѣдняго времени почти не подозревали объ этомъ. Въ теченіе 36 лѣтъ трижды удавалось наблюдать разрушеніе кометъ и образованіе новыхъ міровыхъ тѣлъ такого рода. Можно представить себѣ теперь, сколько разъ такого рода процессы повторялись въ теченіе тысячелѣтій. Астрономъ *Барнардъ*, открывшій шесть молодыхъ кометъ вблизи большой кометы, пришелъ къ выводу что подобные процессы совершаются, быть можетъ, гораздо чаще. Поэтому онъ совѣтовалъ вблизи вновь появляющихся кометъ тщательно отыскивать слабо свѣтящихся туманныхъ спутниковъ. Его предположеніе подтвердилось на дѣлѣ. 6 іюля 1889 г. была открыта новая комета. И вотъ оказалось, что она состояла изъ трехъ ядеръ. На обсерваторіи въ Вѣнѣ открыли еще четвертое ядро. Оно находилось уже довольно далеко отъ главной кометы и было крайне блѣдно.

Такимъ образомъ, не можетъ уже быть никакихъ сомнѣній, что кометы суть небесныя тѣла, очень часто распадающіяся вслѣдствіе изверженій, происходящихъ въ ихъ ядрахъ. Такъ возникаютъ новыя міровыя тѣла, обращающіяся вокругъ солнца по обособленнымъ орбитамъ. Профессоръ *Бредихинъ* недавно подвергъ точному изслѣдованію этотъ фактъ. Онъ имѣлъ въ виду выяснить тѣ условія, которыя приводятъ къ распаденію и новообразованію кометъ. Онъ нашелъ, что отдѣленіе небольшихъ ядеръ отъ главной кометы совершается, естественно, съ опредѣленной силой, какъ бы толчками. Но, удивительно, скорость этого толчка вовсе не такъ велика, какъ этого можно было ожидать. Такъ, у кометы

1882 г. скорость эта колебалась только между 21 и 45 метрами въ секунду. Въ зависимости отъ того, какъ далеко отъ солнца произошло изверженіе.

Юныя кометы, какъ мы указывали уже, описываютъ вокругъ солнца орбиты, очень сходныя съ орбитой породившаго ихъ свѣтила. Но въ спискахъ кометъ нерѣдко можно встрѣтить такія кометы, которыя хотя появлялись въ различные годы, но имѣютъ чрезвычайно сходныя орбиты. Сюда принадлежатъ, напр., кометы 1843 г., первая комета 1880 г. и уже упомянутая нами вторая комета 1882 года. Эта послѣдняя комета, согласно вычисленію, совершаетъ одинъ оборотъ вокругъ солнца въ 772 года. Профессоръ *Бредихинъ* сдѣлалъ очень правдоподобное предположеніе, что эти три кометы возникли путемъ отдѣленія отъ одной первичной кометы. Въ такомъ случаѣ это должно было произойти около 1110 года нашего лѣтосчисленія. Кромѣ этой кометы имѣются еще другія кометы съ короткимъ временемъ обращенія, которыя точно также возникли вслѣдствіе распада уже не существующей нынѣ кометы. Таковы вторая комета 1827 г. и вторая комета 1852 г. Вѣроятно, и первая комета 1799 г. точно также произошла отъ большой кометы 1337 года. Если времена обращенія такихъ кометъ обнимаютъ нѣсколько столѣтій или даже тысячелѣтій, то, естественно, трудно ожидать, чтобы въ нашихъ спискахъ мы встрѣтили породившую ихъ комету. Вѣдь мы не знаемъ, сколько оборотовъ эти кометы успѣли сдѣлать съ момента своего возникновенія. Наши наблюденія, собственно говоря, только съ прошлаго столѣтія стали настолько точными, что стало возможно вычислять орбиты появлявшихся кометъ. Во всякомъ случаѣ, изслѣдованія профессора *Бредихина* бросаютъ новый и своеобразный свѣтъ на исторію развитія кометъ. Они показываютъ, что многія изъ этихъ міровыхъ тѣлъ, возможно, возникли лишь въ сравнительно недавнее время, когда родъ человѣческій появился уже на землѣ. Уже давно подозрѣвали, что кометы въ сравненіи съ планетами очень недолговѣчныя міровыя тѣла. Въ особенности *Скіапарелли* настойчиво высказывалъ эту мысль. Какъ мы упоминали, онъ доказывалъ, что эти свѣтила, незначительной плотности, должны распадаться уже въ силу притяженія

солнца, разъ только они приблизятся къ нему на извѣстное разстояніе. Вѣроятно, съ этимъ обстоятельствомъ связано раздѣленіе кометъ, о которомъ мы только что говорили. Вѣдь въ данномъ случаѣ рѣчь идетъ вообще о кометахъ, необыкновенно близко подходящихъ къ солнцу. Ясно, далѣе, что раздѣленіе кометы на два или нѣсколько свѣтилъ съ самостоятельными орбитами и ихъ распаденіе на мелкія частицы, которыя суть не что иное, какъ наши падающія звѣзды, должно непрестанно уменьшать общую массу этихъ небесныхъ тѣлъ. А тамъ настаетъ и полное ихъ разрушеніе.

Мы говорили уже выше, что для всякой кометы существуетъ извѣстный предѣлъ устойчивости, соотвѣтствующій, въ свою очередь, извѣстному разстоянію отъ солнца. Если комета приблизится къ солнцу за эту границу, то вслѣдствіе притяженія солнца начинается ея частичное или полное распаденіе. Если такая комета обладаетъ повсюду одинаковой плотностью, то раздѣленіе должно сразу же начаться во всѣхъ ея частяхъ. Но, возможно, кометное ядро никогда не бываетъ однороднымъ. Возможно, что плотность увеличивается съ поверхности къ центру. Поэтому распаденіе будетъ въ большинствѣ случаевъ лишь частичнымъ, оно будетъ начинаться съ поверхности и постепенно будетъ захватывать глубже лежащіе слои. Во всякомъ случаѣ, отдѣлившіяся части кометы будутъ описывать орбиты, очень мало отличающіяся отъ первоначальной орбиты кометы. Этому обстоятельству *Скіапарелли* съ полнымъ правомъ придаетъ главное значеніе. Поэтому кометное вещество будетъ распредѣляться вдоль орбиты и займетъ большую или меньшую дугу ея. Если орбита эллиптическая, т. е., замкнутая, то промежутки между различными частями *потока* будутъ все болѣе и болѣе увеличиться, потокъ растянется по всей орбитѣ. Въ концѣ концовъ, мы получимъ тогда эллиптическое кольцо изъ кометнаго вещества.

Мы приходимъ къ такому результату. Если взять достаточно долгій промежутокъ времени, то многія, вѣроятно, почти всѣ кометы отчасти распадутся на нѣсколько свѣтилъ, отчасти же и преимущественно онѣ превратятся въ кольцо

кометнаго вещества. Кольцо это расположится вдоль всей орбиты, описываемой свѣтиломъ.

Но тутъ невольно возникаетъ вопросъ: нельзя-ли этотъ процессъ поставить въ связь съ явленіемъ, такъ называемого, *зодіакальнаго свѣта*? Это замѣчательное мерцаніе по своей яркости иногда не уступаетъ даже Млечному Пути.



. Зодіакальный свѣтъ.

Ясный весенній вечеръ. Солнце только что закатилось. Вотъ на западной сторонѣ начинается какое-то слабое мерцаніе. Оно поднимается съ того мѣста на горизонтѣ, гдѣ скрылось солнце. Осенью подобное же мерцаніе можно замѣтить на восточной сторонѣ неба передъ восходомъ солнца. Это блѣдное, туманное мерцаніе отклоняется отъ плоскости земной орбиты всего только на 3—4 градуса. Уже *Фай* поставилъ въ связь зодіакальный свѣтъ съ

кометами. Онъ указывалъ на то, что кометы съ малымъ временемъ обращенія, въ среднемъ, незначительно отклоняются отъ плоскости земной орбиты. *Скіапарелли*, напротивъ, замѣчаетъ, что это обстоятельство можетъ имѣть лишь ничтожное значеніе. Точнѣе говоря, оно не имѣетъ никакого значенія для зодіакальнаго свѣта. Въдѣ незначительное наклоненіе кометныхъ орбитъ есть необходимое слѣдствіе тѣхъ обстоятельствъ, которыя предудказываютъ имъ ихъ тѣсныя орбиты. Дѣйствительно, маленькія, эллиптическія орбиты нѣкоторыхъ кометъ обязаны своимъ возникновеніемъ преимущественно возмущающему притяженію планетъ. Отсюда ясно, что подѣ влияніемъ воздѣйствія планетъ, которыя, въ свою очередь, мало отклоняются отъ плоскости земной орбиты, плоскости кометныхъ орбитъ должны все болѣе и болѣе приближаться къ плоскости земной орбиты. Но и помимо того въ зодіакальномъ свѣтѣ нельзя усматривать кольца, простирающагося надъ землею, его нельзя ставить въ связь съ кометами. Это съ убѣдительностью доказалъ *Скіапарелли*. Понять это легло. Зодіакальный свѣтъ не всегда имѣетъ форму свѣтящейся пирамиды, которая поднимается отъ (находящагося подѣ горизонтомъ) солнца. При благоприятныхъ обстоятельствахъ всегда можно наблюдать мерцаніе на противоположной солнцу сторонѣ. Мерцаніе это называется „отраженіемъ“, отблескомъ“ зодіальнаго свѣта. Повидимому, впервые наблюдалъ этотъ „отблескъ“ *Пезена* въ 1730 году. Онъ сообщилъ о своихъ наблюденіяхъ въ мемуарахъ Парижской Академіи за 1731 годъ. *Гумбольдтъ* наблюдалъ это явленіе въ Южной Америкѣ въ мартѣ 1803 года. Но только *Брорсенъ* въ 1843 году, а послѣ него *Джонсъ* занялись болѣе подробнымъ изученіемъ этого явленія. Точно также и *Скіапарелли* много занимался наблюденіями надъ зодіакальнымъ свѣтомъ. Онъ нашелъ, что отраженіе его особенно легко замѣтно, когда его центръ лежитъ въ созвѣздіи Льва или Дѣвы. Но его уже труднѣе наблюдать, когда центръ лежитъ въ созвѣздіяхъ Водолея или Рыбъ. 3-го мая 1862 года, около 12 часовъ ночи, *Скіапарелли* наблюдалъ зодіакальный свѣтъ въ видѣ свѣтящагося моста, который простирался надъ всѣмъ видимымъ полушаріемъ неба. Мостъ этотъ имѣлъ въ ширину 15 градусовъ и пересѣкалъ созвѣздія

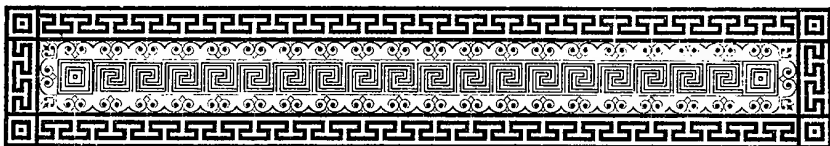
Близнецовъ, Льва, Дѣвы, Вѣсовъ и Скорпіона. Наибольшую яркость этотъ свѣтящійся мостъ обнаруживалъ близъ солнца и въ другой точкѣ, расположенной какъ разъ противъ солнца. Наименьшая яркость, по наблюденіямъ *Скіапарелли*, соотвѣтствуетъ двумъ точкамъ, которыя отстоятъ почти на 130 градусовъ отъ солнца и на 50 градусовъ отъ центра „отраженія“.

Скіапарелли доказалъ слѣдующее. Допустимъ, что зодіакальный свѣтъ состоитъ изъ безконечнаго числа фосфоресцирующихъ или самосвѣтящихся тѣлецъ, или что онъ представляетъ собой отраженіе отъ облака или кольца, состояшаго изъ освѣщенныхъ частицъ. Въ такомъ случаѣ, наименьшая яркость была бы замѣтна на противоположной солнцу сторонѣ. Но наблюденія показываютъ иное. Допустимъ теперь, что зодіакальный свѣтъ состоитъ изъ свѣтящагося или освѣщеннаго вещества. Въ такомъ случаѣ, наименьшая яркость должна была бы наблюдаться на противоположной солнцу сторонѣ. Но это, опять-таки, противорѣчитъ наблюденіямъ надъ „отраженіемъ“ зодіакальнаго свѣта.

Послѣ изобрѣтенія спектроскопа этотъ важный инструментъ пытались примѣнить также и къ зодіакальному свѣту. Къ сожалѣнію, онъ очень слабъ. Поэтому, едва ли удастся въ этомъ случаѣ произвести болѣе точное изслѣдованіе интересующаго насъ явленія. Дѣйствительно, въ этомъ отношеніи мнѣнія наблюдателей сильно расходятся. *Онистремъ*, *Респини* и *Фогель* утверждаютъ, что въ спектрѣ зодіакальнаго свѣта они замѣтили зеленую линію. *Врайтъ* полагаетъ, напротивъ, что эта зеленая линія не принадлежитъ зодіакальному свѣту, а появляется лишь тогда, когда на небѣ замѣчаются слѣды сѣвернаго сіянія. По его наблюденіямъ, спектръ зодіакальнаго свѣта отнюдь не отличается отъ спектра обыкновеннаго сумеречнаго свѣта. Къ тому же выводу пришелъ и я. Такимъ образомъ, и спектральный анализъ нисколько не выясняетъ въ настоящее время вопроса о природѣ этого замѣчательнаго свѣта. Въ лучшемъ случаѣ, онъ, повидимому, указываетъ лишь, что зодіакальный свѣтъ есть отраженіе солнечнаго свѣта на чрезвычайно тонкой, разрѣженной матеріи, разсѣянной въ міровомъ пространствѣ.

Необходимо заняться болѣе точнымъ изученіемъ этого таинственнаго свѣта въ тропическихъ странахъ. Тогда, возможно, мы придемъ къ болѣе опредѣленнымъ результатамъ. Во всякомъ случаѣ, явленіе это заслуживаетъ того, чтобы имъ занялись серьезно, чѣмъ это было до сихъ поръ.





VI.

Роль падающих звѣздъ въ солнечной системѣ.

Основы изученія космическихъ метеоровъ.—Высота, на какой вспыхиваютъ метеоры въ нашей атмосферѣ.—Изслѣдованія Скіапарелли.—Общіе признаки движенія падающихъ звѣздъ въ пространствѣ.—Вліяніе движенія земли на кажущуюся численность метеоровъ.—Параболическое движеніе падающихъ звѣздъ.—Элементы орбитъ главнѣйшихъ метеорныхъ потоковъ.—Распредѣленіе метеорныхъ радіантовъ на небѣ.—Сопоставленіе орбитъ метеорныхъ потоковъ и кометъ.—Вліяніе зѣмного притяженія на паденіе метеоровъ.—Происхожденіе метеорныхъ потоковъ; вещество падающихъ звѣздъ.—Связь между падающими звѣздами и огненными шарами.—Метеоры, какъ вѣстники изъ царства неподвижныхъ звѣздъ.—Нѣкоторые метеориты, возможно, получили свое начало на лунѣ.—Метеорные камни, содержащіе органическое вещество.

Падающія звѣзды еще недавно играли въ астрономіи роль пасынковъ. Правда, не было недостатка въ случайныхъ наблюденіяхъ. Нѣкоторыя августовскія и ноябрьскія ночи особенно благопріятствуютъ такого рода наблюденіямъ. Но сущность, самая природа этого явленія оставалась невыясненной. Довольствовались такимъ результатомъ: падающія звѣзды или метеоры возникаютъ не въ нашей атмосферѣ; онѣ имѣютъ космическое происхожденіе; при своемъ движеніи черезъ небесное пространство онѣ попадаютъ въ сферу дѣйствія зѣмного притяженія; прорѣзая высочайшія области нашей атмосферы, онѣ раскаляются и благодаря этому начинаютъ свѣтить. Только Скіапарелли далъ, наконецъ, вполне продуманную и совершенно законченную астрономическую теорію падающихъ звѣздъ. Лишь теперь была выяснена, наконецъ, роль метеоровъ во всей ея полнотѣ.

Съ поразительнымъ остроуміемъ и большимъ успѣхомъ развиваетъ *Скіапарелли* свою теорію. Въ основу своего изученія космическихъ метеоровъ *Скіапарелли* положилъ ту мысль, что метеоры суть тѣла, движущіяся черезъ небесныя пространства; они лишь тогда становятся видимыми, когда проникаютъ въ земную атмосферу. Благодаря усерднымъ наблюденіямъ цѣлаго ряда ученыхъ, эта мысль уже нѣсколько десятилѣтій тому назадъ была признана, какъ совершенно безспорный фактъ. Достаточно назвать такія имена, какъ *Ольберсъ*, *Кетле*, *Гейсъ*, *Шмидтъ*, чтобы показать, что уже первые авторитеты признавали въ метеорахъ космическія тѣла.

Высоты, на которыхъ метеоры становятся видимыми для насъ, значительно превышаютъ верхній предѣлъ земной атмосферы, какъ онъ издавна вообще опредѣляется. *Юлій Шмидтъ* посвятилъ этому вопросу обширныя изслѣдованія. Исходя изъ явленія сумерекъ, онъ нашелъ, что высота атмосферы ограничивается 8—10 нѣмецкими милями. Но новѣйшія изслѣдованія профессора *Вейсса* показали, что въ среднемъ августовскіе метеоры вспыхиваютъ на высотѣ $15\frac{1}{2}$ миль и угасаютъ на высотѣ 12 миль надъ земной поверхностью. Но трудность объяснить вспыхиваніе метеоровъ ихъ проникновеніемъ въ нашу атмосферу только кажущаяся. Вѣдь ближайшія свойства верхнихъ воздушныхъ слоевъ намъ совершенно неизвѣстны. Возможно даже, что мы никогда не узнаемъ объ этомъ ничего болѣе точнаго. Явленіе сумерекъ указываетъ только ту границу, за предѣлами которой атмосфера недостаточно плотна, чтобы мы могли еще различать отражаемый ею свѣтъ. Кромѣ того, опыты *Тиндала* показали, что пространство можетъ быть наполнено матеріей и, все же, не отражать свѣта. Другими словами, оно будетъ тогда оптически пустымъ. Во всякомъ случаѣ, ясно, что метеоры должны раскаляться въ средѣ, оказывающей имъ сопротивленіе, и среда эта принадлежитъ къ нашей земной атмосферѣ. Теперь возникаетъ вопросъ: какія измѣненія вызываются благодаря этому въ движеніи метеоровъ? Или, другими словами: какое вліяніе оказываетъ движеніе атмосферы на путь метеора?

Скіапарелли подробно изслѣдовалъ этотъ вопросъ. Сперва

онъ выяснилъ вліяніе вращенія атмосферы на путь падающихъ звѣздъ. Онъ пришелъ къ такому выводу: Представимъ себѣ, что метеоръ падаетъ вертикально со скоростью 30.000 метровъ въ секунду подъ 45° широты. Вслѣдствіе вращенія атмосферы меторъ этотъ долженъ описать линію, отклоненную съ запада на востокъ. Линія образуетъ съ отвѣсной линіей уголъ не больше $37'35''$. Но наблюдатель не можетъ замѣтить этого угла. Онъ вѣдь самъ участвуетъ во вращательномъ движеніи земли. Поэтому ему будетъ казаться, что метеоръ падаетъ прямо съ зенита. Вѣтеръ не оказываетъ рѣшительно никакого вліянія на путь падающей звѣзды. Напротивъ, вліяніе сопротивленія воздуха замѣтно сказывается на направленіи движенія метеоровъ. Допустимъ, что падающія звѣзды суть простыя, матеріальныя точки или однородные шары, лишенные всякаго вращенія. Въ такомъ случаѣ, это сопротивленіе не могло бы измѣнить направленія движенія. И если бы движеніе въ пустомъ пространствѣ было прямолинейнымъ, то оно осталось бы такимъ и послѣ того, какъ метеоръ вступилъ бы въ замедляющую среду. Но если метеоръ вращается или не имѣетъ сферической формы, то путь его при движеніи черезъ замедляющую среду, будетъ измѣняться. Въ этомъ случаѣ могутъ образоваться даже волнообразныя, змѣвидныя и извилистыя кривыя. *Скиапарелли* доказываетъ, что такимъ образомъ можно вполне объяснить чрезвычайно рѣдкія явленія стаціонарныхъ и обратныхъ падающихъ звѣздъ. Въ этомъ случаѣ необходимо предположить только соотвѣтствующее положеніе пути по отношенію къ линіи зрѣнія наблюдателя. Съ большимъ остроуміемъ директоръ Миланской обсерваторіи доказываетъ, что неправильныя пути многихъ падающихъ звѣздъ свидѣтельствуютъ о томъ, что тѣла, отъ воспламененія которыхъ возникаютъ метеоры, необходимо должны быть *твердыми*. Въ противномъ же случаѣ, при встрѣчѣ съ атмосферой, они или должны были бы разсѣяться, или проникали бы въ нее по совершенно прямолинейнымъ путямъ. Правда, спектры нѣкоторыхъ метеоровъ указываютъ на газообразную природу послѣднихъ. Но это объясняется, вѣроятно, очень высокой температурой метеора въ концѣ его пути. Благодаря этому онъ обращается въ пары.

Атмосферное сопротивленіе, какъ мы знаемъ, вліяетъ на скорость метеоровъ. *Скіапарелли* путемъ математическаго изслѣдованія нашелъ, что потеря скорости зависитъ только отъ количества воздуха, съ которымъ метеоръ сталкивается на своемъ пути. Потеря эта отнюдь не зависитъ отъ закона распредѣленія этого воздуха по его плотности. Столь же мало зависитъ она отъ длины пройденнаго пространства. Уже *Бенценберігъ* установилъ слѣдующій замѣчательный фактъ: послѣ того, какъ метеоръ потерялъ значительную часть своей скорости, его движеніе очень мало зависитъ уже отъ начальной скорости. Возьмемъ, говоритъ *Скіапарелли*, нѣсколько метеоровъ. Допустимъ, что они проникаютъ въ атмосферу съ очень большой, но весьма различной скоростью. Въ такомъ случаѣ, скорость ихъ на одной и той же высотѣ, при прочихъ равныхъ условіяхъ, будетъ очень мало различаться, разъ только движеніе метеоровъ очень сильно замедлится. Представимъ себѣ два метеора, которые проникаютъ въ атмосферу съ начальными скоростями въ 72.000 и 16.000 метровъ. На высотѣ, гдѣ воздушное давленіе равно 20,301 миллиметра, скорость перваго метеора упадетъ до 500 метровъ. А скорость второго метеора дойдетъ до этой величины на высотѣ, соотвѣтствующей воздушному давленію въ 19,633 миллиметра. Слѣдовательно, въ болѣе плотныхъ воздушныхъ слояхъ оба метеора будутъ слѣдовать почти одному и тому же закону движенія. Такимъ образомъ, метеоръ, обладавшій наибольшей первоначальной скоростью, потерялъ значительнѣйшую часть своей живой силы на гораздо большихъ высотахъ, нежели метеоръ съ меньшей скоростью. Вычисленіе показываетъ слѣдующее: изъ двухъ взятыхъ нами метеоровъ одинъ съ первоначальной скоростью въ 72.000 метровъ уже утратилъ $\frac{8}{9}$ своей скорости и $\frac{80}{81}$ своей живой силы на такой высотѣ, гдѣ воздушное давленіе равняется всего только 1,508 миллиметра. Въ то же время второй метеоръ, достигнувъ болѣе низкихъ областей воздушнаго океана, гдѣ давленіе равняется 2,463 миллиметра, потерялъ только $\frac{3}{4}$ своей скорости и $\frac{15}{16}$ своей живой силы. Итакъ, хотя первый метеоръ не опустился такъ низко, какъ второй, онъ, все же, потерялъ въ 21 разъ больше живой силы, т. е., превратилъ въ теплоту. Отсюда вытекаетъ такой

замѣчательный выводъ: *сильнѣе свѣтящіеся* метеоры въ общемъ должны быть *дальше* отъ земной поверхности. Выводъ этотъ вполнѣ подтверждается наблюденіями. Благодаря этому устраняется затрудненіе, которое раньше объясняли недостаточной точностью въ измѣреніяхъ высотъ падающихъ звѣздъ. Невозможно *точно* опредѣлить теплоту, развивающуюся вслѣдствіе сопротивленія воздуха. Вѣдь мы не знаемъ, вся-ли исчезающая механическая сила превращается въ теплоту, и какое количество послѣдней расходуется на нагрѣваніе метеора. Во всякомъ случаѣ, можно думать, что температура на поверхности метеорита можетъ достигать нѣсколькихъ тысячъ градусовъ. Ея вполнѣ достаточно для расплавленія этой поверхности. Наибольшей своей величины температура достигаетъ тотчасъ же послѣ вступленія тѣла въ атмосферу. При прочихъ равныхъ условіяхъ, высота температуры не зависитъ ни отъ поперечника или плотности метеора, ни отъ направленія его пути. Она зависитъ исключительно отъ скорости метеора въ тотъ моментъ, когда онъ вступаетъ въ атмосферу. Несмотря на сильное нагрѣваніе метеорнаго тѣла въ атмосферѣ, расплавляется только чрезвычайно тонкій слой съ поверхности. Этотъ фактъ въ достаточной мѣрѣ объясняетъ низкую температуру падающихъ на землю метеоритовъ. Но этимъ нисколько не объясняется, почему большинство метеоровъ совершенно распадаются въ атмосферѣ.

Скипарелли пытается устранить эту трудность такимъ указаніемъ: если внезапно развившаяся температура выше температуры плавленія, то вся масса, какъ бы велика или мала она ни была, должна распасться одновременно. Съ этой точки зрѣнія, только тѣ метеорныя массы могли бы достигать земли, у которыхъ космическая скорость исчезаетъ лишь постепенно. Или это были бы тѣ, которыя, являясь спутниками большихъ массъ, занимаютъ во время паденія образующееся позади послѣднихъ пустое пространство. Или, наконецъ, тѣ, которыя проникаютъ въ атмосферу въ почти горизонтальномъ направленіи: описывая длинные пути, онѣ останавливаются лишь постепенно. Впрочемъ, не слѣдуетъ думать, что всѣ падающія звѣзды распадаются въ воздухѣ одинаковымъ образомъ и по одной и той же причинѣ. Вѣдь между метеорами существуетъ довольно значительное разно-

образіе природныхъ свойствъ (они различаются даже въ своемъ химическомъ составѣ). Это, повидимому, въ достаточной мѣрѣ доказываютъ наблюденія надъ ихъ цвѣтомъ, величиной и хвостами.

Огненный дождь.



Теперь попытаемся выяснитъ общіе признаки движенія метеоровъ въ пространствѣ. Прежде всего, движеніе это чрезвычайно быстрое. Благодаря этому точность наблюденій значительно страдаетъ. Въ извѣстныя времена года, особенно въ нѣкоторыя августовскія и ноябрьскія ночи, а также въ нѣкоторые годы число появляющихся метеоровъ такъ ве-

лико, что они производят впечатлѣніе огненнаго дождя. Дѣйствительно, историки такъ и называютъ эти явленія. Отсюда слѣдуетъ, что эти небольшія космическія тѣла не носятъ въ пространствѣ безпорядочно, а подчинены, напротивъ, въ своемъ числѣ и движеніи извѣстнымъ правиламъ. Вообще же появленіе особенно большого числа метеоровъ связано съ *юдичнымъ періодомъ*. Этотъ моментъ совпадаетъ съ опредѣленными положеніями земли на орбитѣ. Однако, иногда появленіе максимума метеоровъ нѣсколько запаздываетъ. Такъ, напр., ноябрьскій потокъ падающихъ звѣздъ за 100 лѣтъ запаздываетъ въ своемъ появленіи почти на 3 дня. Болѣе точное изслѣдованіе показываетъ, что наполовину это запаздываніе слѣдуетъ приписать движенію той точки, въ которой земля ежегодно встрѣчается съ роемъ падающихъ звѣздъ. Точно также и количество ежегодно появляющихся метеоровъ въ нѣкоторыхъ метеорныхъ потокахъ бываетъ связано съ опредѣленнымъ періодомъ. Такъ, напр., для ноябрьскихъ метеоровъ періодъ этотъ равняется 33 годамъ.

Замѣчательный фактъ представляетъ, такъ называемая, *радіація* многихъ метеоровъ. Она впервые была замѣчена въ 1833 г. Состоитъ она въ слѣдующемъ. Въ большихъ метеорныхъ рояхъ линіи большинства путей, продолженныя въ обратномъ направленіи, сходятся въ одной точкѣ или въ небольшой поверхности небеснаго свода. Такимъ образомъ, метеоры какъ бы расходятся изъ этой точки или поверхности. Эта точка называется *радіантомъ*. Всѣ наблюдатели видятъ ее въ одно и то же время въ одномъ и томъ же мѣстѣ неба. У нея нѣтъ параллакса. Поэтому она не можетъ лежать ни въ атмосферѣ, ни вблизи земли. Впрочемъ, все это явленіе есть лишь дѣйствіе перспективы, такъ какъ отдѣльные метеорные пути лежатъ почти параллельно. Положеніе радіантовъ характерно для опредѣленныхъ метеорныхъ роевъ. Августовскіе метеоры расходятся изъ одной точкѣ Персея, ноябрьскіе—изъ Льва. Поэтому, первые называются также *Персеидами*, вторые—*Леонидами*.

Замѣчательно, что нѣкоторые радіанты располагаются группами въ различныхъ областяхъ неба. Періоды метеорныхъ роевъ, принадлежащихъ къ одной и той же группѣ, мало

отличаются другъ отъ друга. Въ большинствѣ случаевъ они растягиваются на нѣсколько недѣль. Такимъ образомъ, извѣстные радіанты принадлежать, повидимому, къ одной общей системѣ. Въдѣ невозможно, на самомъ дѣлѣ, приписать упомянутую одновременность простой случайности.

Наконецъ, одинъ изъ дѣятельнѣйшихъ наблюдателей метеоровъ, *Деннингъ* въ Бристолѣ, нашелъ, что дѣятельность нѣкоторыхъ радіантовъ продолжается очень долгое время. Случается, что метеоры вылетаютъ изъ нихъ цѣлыя недѣли и даже мѣсяцы. Такова, напр., одна точка на небѣ, находящаяся на разстояніи около $1\frac{1}{2}$ градусовъ къ сѣверу отъ звѣзды β въ созвѣздіи Треугольника. Часто метеоры вылетаютъ изъ нея въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ—отъ іюля до декабря. Падающія звѣзды этого радіанта въ большинствѣ случаевъ слабы. Рѣдко встрѣчаются среди нихъ огненные шары. Другой радіантъ лежитъ, по *Деннингу*, на 46° прямого восхожденія и $+45,6^\circ$ склоненія, почти на серединѣ между звѣздами α и β въ созвѣздіи Персея. Этотъ радіантъ обнаруживаетъ дѣятельность между 6 іюля и 30 ноября. Мѣсяцъ за мѣсяцемъ здѣсь всегда вновь появляются метеоры. А въ дни отъ 23 до 25 іюля 1884 г. тутъ выпалъ настоящій обильный потокъ падающихъ звѣздъ. Пока еще трудно объяснить этотъ продолжительный періодъ дѣятельности нѣкоторыхъ радіантовъ, охватывающій цѣлые мѣсяцы. Въдѣ если даже такой потокъ метеоровъ имѣетъ въ поперечникѣ миллионъ миль, то и въ этомъ случаѣ, вслѣдствіе движенія земли, онъ пронесется передъ нами въ теченіе нѣсколькихъ дней. Главнѣйшіе радіанты, дающіе наибольшее число метеоровъ, обнаруживаютъ лишь кратковременную дѣятельность. По наблюденіямъ *Деннинга*, слѣдующіе девять радіантовъ обыкновенно даютъ наибольшее число падающихъ звѣздъ. Они получили свое названіе по имени того созвѣздія, въ которомъ лежитъ радіантъ.

Названіе метеор- ныхъ потоковъ.	Продолжительность дѣятельности.	Максимумъ дѣятельности.	Положеніе радіанта.	
			Прямое вос- хожденіе.	Склоненіе.
Квадрантиды. . . .	28 дек.—4 янв.	2 января	229,8°	+52,5°
Лириды.	16—22 апр.	20 апрѣля	269,7°	+32,5°
γ Аквариды	30 апр.—6 мая	6 мая	337,6°	— 2,1°
δ „	23 іюля—25 авг.	28 іюля	339,4°	—11,6°
Персеиды.	11 „ — 22 „	10 августа	45,9°	+56,9°
Оріониды.	9—29 октября	18 октября	92,1°	+15,5°
Леониды.	9—17 ноября	13 ноября	150,0°	+22,9°
Потокъ Андромеды.	25—30 ноября	27 „	25,3°	+43,8°
ПотокъБлизнецовъ.	1—14 декабря	10 декабря	108,1°	+32,6°

Метеоры, которые по своей яркости превосходятъ самыя яркія звѣзды, называются *болидами*. А такіе метеоры, которые при своемъ появленіи развиваютъ необычайный блескъ, называются *огненными шарами*. Послѣдніе нерѣдко приносятъ съ собой такое необыкновенное обиліе свѣта, что ночью становится такъ же свѣтло, какъ днемъ. Въ такихъ случаяхъ за ними тянется большою частью блестящій хвостъ. Часто онъ продолжаетъ еще свѣтить, когда огненный шаръ давно уже разорвался или погасъ. Нерѣдко путь огненного шара въ земной атмосферѣ измѣряется многими милями. Такъ, огненный шаръ, появившійся 3 іюня 1883 г., пронесся надъ юго-западною Германіей, Голландіей и Сѣвернымъ моремъ. Путь этотъ превышалъ 100 географическихъ миль. Профессоръ *ф. Нисль* открылъ поразительный фактъ: огненные шары точно также имѣютъ отдѣльные радіанты, которые время отъ времени начинаютъ обнаруживать дѣятельность. Такъ, по его вычисленіямъ, большой огненный шаръ, появившійся 17 іюня 1873 г., вышелъ изъ точки неба, лежащей подъ 249° прямого восхожденія и 20° южнаго склоненія. Большой огненный метеоръ, пронесшійся 7 іюня 1878 г. надъ Англіей и

Франціей, вышелъ изъ точки, лежащей подъ 249° прямого восхожденія и 21° южнаго склоненія. Огненный шаръ 13 іюля 1879 г., наблюдавшійся въ Австріи, вышелъ изъ точки, лежащей подъ 246° прямого восхожденія и 19° южнаго склоненія. Наконецъ, два огненныхъ шара, появившіеся 3 іюня 1883 года въ теченіе двухъ часовъ одинъ вслѣдъ за другимъ, пронеслись одинъ надъ Далмаціей, другой—надъ Германіей и Голландіей. Оба они вышли изъ точки, лежащей подъ 249° прямого восхожденія и 20° южнаго склоненія. Итакъ, хотя огненные шары появляются только въ одиночку, однако, они имѣютъ одну общую съ метеорами особенность: они выходятъ изъ опредѣленныхъ точекъ неба. То же самое *Деннигъ* доказалъ и для болидовъ. Послѣдніе наблюдаются чаще, нежели собственные огненные метеоры. Поэтому, для нихъ можно было установить большее число радіантовъ. Такимъ образомъ, всѣ эти метеоры обладаютъ такой общей особенностью: всѣ они исходятъ изъ извѣстныхъ точекъ (радіантовъ) небеснаго свода, и, наконецъ, радіанты эти высылаютъ метеоры только въ извѣстныя времена года, а въ другія не обнаруживаютъ никакой дѣятельности. Какъ объяснить эти явленія?

Со времени блестящаго метеорнаго дождя, выпавшаго въ 1833 году, возникло не мало различныхъ гипотезъ о происхожденіи метеорныхъ явленій. Но вслѣдствіе трудности предмета всѣ эти попытки оставались до сихъ поръ тщетными. Тогда вступили на путь, обратный тому, какимъ обыкновенно идетъ научная индукція. Въ основу построеній были положены гипотетическія предпосылки; изъ нихъ вывели опредѣленные слѣдствія и затѣмъ провѣрили ихъ на наблюденіяхъ. Только такъ и удалось добиться, наконецъ, положительныхъ результатовъ. *Скіапарелли* пришелъ въ этомъ случаѣ къ такимъ выводамъ. Описываемые падающими звѣздами въ пространствѣ пути чрезвычайно сходны съ кометными орбитами. Ихъ абсолютная скорость, въ моментъ достиженія земной атмосферы, почти равна скорости, соотвѣтствующей параболическому движенію. Наконецъ, нѣкоторыя кометы появляются въ сопровожденіи извѣстныхъ метеорныхъ потоковъ, при чемъ и тѣ и другіе описываютъ тождественные пути. Въ то же время, падающія звѣзды, весьма вѣроятно,

суть продуктъ разсѣянiя кометнаго вещества. Впрочемъ, нѣкоторые болѣе или менѣе отдаленные намеки на эти пора-



Паденiе болида.

зительные результаты, достигнутые *Скиапарелли*, можно найти еще у *Кардануса*, *Маскелейна*, *Хладни* и особенно у *ф. Рейхенбаха* и *Данiеля Кирквуда*. Однако, все это были лишь

голыя предположенія, которыхъ нельзя было подкрѣпить никакими болѣе точными изслѣдованіями.

Первые важныя успѣхи въ области метеорной астрономіи были достигнуты *Кувье-Гравье*: онъ открылъ часовое измѣненіе въ числѣ падающихъ звѣздъ. Уже *Гэрриксъ* догадывался объ этомъ въ 1838 году. Позднѣе *Шмидтъ* подтвердилъ этотъ фактъ. *Кувье-Гравье* нашелъ, что большинство падающихъ звѣздъ наблюдается утромъ около 6 часовъ. Въ этомъ отношеніи мѣсто наблюденія не играетъ никакой роли. Такъ что различіе въ долготѣ не оказываетъ никакого вліянія.

Кувье-Гравье нашелъ также, что по странамъ свѣта падающія звѣзды распредѣлены неравномѣрно. На востокъ появляется всегда наибольшее число метеоровъ. Западъ даетъ наименьшее число. Сѣверъ и югъ занимаютъ въ этомъ отношеніи среднее положеніе. Неутомимый *Шмидтъ* провѣрилъ и эти результаты и подтвердилъ ихъ.

Всякая теорія падающихъ звѣздъ должна считаться съ этими результатами, полученными путемъ чистаго наблюденія. Иначе она будетъ лишена всякаго значенія. Но именно здѣсь *космическая* теорія метеоровъ натолкнулась на наибольшія трудности. Правда, уже *Брандесъ* въ 1827 г. предполагалъ, что число метеоровъ измѣняется по часамъ. Онъ вполне справедливо рассматривалъ это, какъ доказательство ежегоднаго обращенія земли вокругъ солнца. Но эта мысль осталась незамѣченной. Только позднѣйшія работы *Гэррика* и проф. *Ньютона* дали дальнѣйшее развитіе этой мысли. Наконецъ, *Скіапарелли* развилъ ее до ея послѣднихъ выводовъ.

Попытаемся выяснитъ теперь вліяніе земнаго движенія на число метеоровъ. Предположимъ, что земля стоитъ неподвижно въ пространствѣ. Пусть она со всѣхъ сторонъ равномѣрно окружена метеорами. Въ такомъ случаѣ наша планета была бы словно окутана облакомъ изъ падающихъ звѣздъ. Всякое мѣсто ея поверхности получало бы тогда равное количество метеоровъ. То же самое было бы и въ томъ случаѣ, если бы земля вращалась около своей оси. Представимъ себѣ теперь, что земной центръ движется черезъ пространство со скоростью, гораздо большею, нежели скорость движенія метеоровъ. Очевидно, что метеоры будутъ попадать только на то полушаріе, которое лежитъ въ на-

правленіи движенія земли. Обозначимъ это направленіе линіей. Если продолжить эту линію до встрѣчи съ небеснымъ сводомъ, то мы получимъ точку пересѣченія, названную *Скіапарелли апексомъ*. Не трудно понять, что при такихъ условіяхъ въ каждой точкѣ земной поверхности падающія звѣзды будутъ видны лишь въ томъ случаѣ, если апексъ находится надъ горизонтомъ этого мѣста. Допустимъ теперь, что движеніе земли черезъ пространство не слишкомъ превышаетъ скорость движенія метеоровъ. Или пусть даже оно будетъ меньше ея. Въ такомъ случаѣ, падающія звѣзды будутъ видны во всякое время. Но наибольшее ихъ число появится въ каждомъ мѣстѣ тогда, когда апексъ достигнетъ наибольшей высоты надъ горизонтомъ, т. е., когда онъ будетъ находиться на меридіанѣ. Такимъ образомъ ясно, что число метеоровъ, появляющихся въ различные часы ночи, обуславливается отношеніемъ между скоростью земли и средней скоростью падающихъ звѣздъ. Разъ мы опредѣлили это число путемъ наблюденій, то можно вычислить и отношеніе между скоростями. Такое вычисленіе и произвелъ въ 1886 г. *Скіапарелли*. Онъ нашелъ, что средняя скорость падающихъ звѣздъ въ 1,455 раза больше скорости земли, т. е., она очень мало отличается отъ параболической.

Если бы земля двигалась вокругъ солнца по круговой орбитѣ, то мѣсто апекса на небесномъ сводѣ всегда точно лежало бы на 90° къ западу отъ мѣста солнца на эклиптикѣ. Слѣдовательно, для всякаго мѣста оно стояло бы надъ горизонтомъ на меридіанѣ около 6 часовъ утра. Но земная орбита нѣсколько отличается отъ круга. Поэтому апексъ не всегда остается на 90° къ западу отъ солнца. Его разстояніе, напротивъ, измѣняется въ теченіе года въ предѣлахъ отъ $89^{\circ} 2'$ до $90^{\circ} 58'$. Апексъ можно разсматривать въ извѣстномъ смыслѣ, какъ *метеорное солнце*. Легко найти, что восходъ этого метеорнаго солнца приходится на часы около полуночи. А восходитъ оно въ нашихъ широтахъ всегда днемъ. Самое глубокое стояніе метеорнаго солнца наблюдается около 6 часовъ вечера (нижняя кульминація). Такимъ образомъ лѣтомъ невозможно наблюдать ни той, ни другой кульминаціи апекса. Вѣдь въ 6 часовъ утра и въ 6 часовъ вечера бываетъ свѣтло. Зимой можно наблюдать обѣ кульминаціи. Наиболь-

шое сѣверное склоненіе имѣтъ метеорное солнце (т. е., апексъ) во время осенняго равноденствія. Наибольшее южное склоненіе приходится на время весенняго равноденствія. Ко времени солнцестояній его склоненіе равно нулю. Такимъ образомъ, между лѣтнимъ и зимнимъ солнцестояніемъ метеорное солнце находится на сѣверныхъ параллельныхъ кругахъ. При кульминаціи оно достигаетъ большей высоты надъ горизонтомъ, нежели въ мѣсяцы между зимнимъ и лѣтнимъ солнцестояніемъ. Отсюда необходимо вытекаетъ, что въ теченіе года число метеоровъ колеблется. Другими словами, въ первый періодъ мы должны видѣть больше метеоровъ, нежели во второй. Такъ оно и есть на самомъ дѣлѣ, какъ это доказываютъ наблюденія.

Въ 6 часовъ утра метеорное солнце стоитъ надъ горизонтомъ на меридіанѣ. Начиная съ этого момента вплоть до нижняго прохожденія черезъ меридіанъ, оно постоянно находится на западномъ полушаріи неба. Поэтому днемъ преобладающее направленіе падающихъ звѣздъ должно быть западнымъ. Ночью метеорное солнце находится, напротивъ, на восточной половинѣ неба. Поэтому наблюдателю кажется, что въ это время большинство метеоровъ появляется съ восточной стороны. Это, опять-таки, вполне согласуется съ наблюденіями. „Такимъ образомъ—говоритъ *Скиапарелли*—принципъ *Брандеса* можетъ объяснить всѣ подробности въ періодическомъ колебаніи падающихъ звѣздъ. Во всякомъ случаѣ, законъ движенія и уменьшеніе числа появляющихся метеоровъ вполне объясняется этимъ путемъ. Слѣдовательно, колебанія эти не только не являются неодолимымъ препятствіемъ для касмической теоріи метеоровъ, а, скорѣе, служатъ для нея самымъ блестящимъ подтвержденіемъ. Всѣ указанная условія сохраняютъ, конечно, свое значеніе и въ томъ случаѣ, если мы не пожелаемъ допустить полной равномерности въ паденіи метеоровъ по всѣмъ направленіямъ пространства“.—

Итакъ, было доказано, что метеоры, проносящіеся по пространству вокругъ земли, имѣютъ параболическую скорость. Тогда, вполне естественно, возникъ дальнѣйшій вопросъ: ограничивается ли сходство между путями падающихъ звѣздъ и кометъ только тѣмъ, что тѣ и другія суть сильно вытя-

нутыя коническія сѣченія? Нѣтъ ли здѣсь какихъ-либо дальнѣйшихъ сходствъ? Въ этомъ отношеніи уже *Эрманъ* доказалъ, что путь *Персеидъ* очень сильно наклоненъ къ эклиптикѣ. Впослѣдствіи *Ньютонъ* (профессоръ въ Нью-Гевенѣ въ Сѣверной Америкѣ) доказалъ, что ноябрьскіе метеоры имѣютъ обратное движеніе. Такимъ образомъ выяснилось, что между метеорами и кометами существуетъ величайшее сходство не только въ формѣ, но и въ положеніи *путей*. „Такъ—говоритъ *Скиапарелли*—естественно возникла уже мелькавшая передъ *Галлеемъ* гипотеза, что падающія звѣзды, какъ и кометы, приходятъ къ намъ изъ области неподвижныхъ звѣздъ. Такъ какъ метеоры появляются у насъ въ видѣ системъ, то вполне естественно было предположить, что они соединяются въ системы уже въ глубинахъ небснаго пространства, и что здѣсь они образуютъ скопленія чрезвычайно тонкой матеріи. Какія видоизмѣненія должно претерпѣть такое скопленіе при приближеніи къ солнечной системѣ? Съ вполне понятнымъ изумленіемъ мы узнаемъ слѣдующее: по закону тяготѣнія всякое очень разрѣженное облако, притягиваемое солнцемъ, состоитъ ли оно изъ непрерывной матеріи или изъ раздѣльныхъ частицъ, необходимо должно превратиться въ тонкій и очень длинный потокъ, изогнутый въ видѣ кривой. Въ соосѣднихъ съ нами пространствахъ потокъ этотъ будетъ очень мало отличаться отъ параболы. Въ общемъ же онъ приближается къ сильно вытянутому въ длину коническому сѣченію.—Такъ, по моему мнѣнію, можно объяснить себѣ образованіе непериодическихъ метеорныхъ потоковъ. Такая теорія объясняетъ также образованіе кольцеобразныхъ периодическихъ потоковъ. Къ числу такихъ потоковъ съ полнымъ правомъ относятся ноябрьскій потокъ. Допустимъ, что космическое облако не превратилось еще въ такой потокъ и поэтому обладаетъ сравнительно большей плотностью, нежели названные выше. Въ такомъ случаѣ при значительномъ приближеніи къ одной изъ большихъ планетъ, оно можетъ быть перемѣщено на путь съ короткимъ періодомъ и съ небольшимъ разстояніемъ перигелія. При прохожденіи черезъ перигелій, это облако можетъ разсѣяться вслѣдствіе различнаго дѣйствія притяженія солнца на его различныя части, или вслѣдствіе разлагающей силы солнца. Оно постепенно

будетъ вытягиваться въ потокъ, который сомкнется, наконецъ, и образуетъ эллиптическое кольцо. Эти идеи находились въ полномъ согласіи не только со всѣми, извѣстными до сихъ поръ фактами, но и съ космогоническими гипотезами *Вильяма Гершеля* и *Лапласа*. Почему, на самомъ дѣлѣ, не приписать разсѣянной въ небесныхъ пространствахъ матеріи всѣхъ возможныхъ видовъ концентрации, плотности и разсѣянія? Вѣдь такое допущеніе въ высшей степени вѣроятно. Далѣе, значительное наклоненіе путей и обратныя движенія метеоровъ совершенно не позволяютъ связывать ихъ возникновенія съ возникновеніемъ планетныхъ тѣлъ солнечной системы. Развѣ въ виду этого не было почти неизбѣжнымъ приписать имъ такое же происхожденіе, какъ и кометамъ? Такимъ путемъ очень легко и естественно объяснялось образованіе потоковъ. Наблюденія *Кувве - Гравье* сдѣлали весьма вѣроятнымъ, что пути падающихъ звѣздъ представляютъ собой сильно удлинненныя сѣченія. Наконецъ, профессоръ *Гёкъ* незадолго передъ этимъ съ большою вѣроятностью доказалъ, что и кометы, возможно, приходятъ къ намъ изъ глубинъ небеснаго пространства не въ видѣ обособленныхъ массъ, а какъ члены сложныхъ системъ. Онѣ также образуютъ потоки, правда, не тождественные, но, все же, подобные метеорнымъ потокамъ. Слѣдовательно, при данномъ состояніи метеорной астрономіи, указанные выше выводы представлялись очень вѣроятными. Достигнутыя такимъ путемъ знанія относительно орбитъ путей и вѣроятнаго происхожденія падающихъ звѣздъ казались настолько серьезными, что ихъ можно было положить въ основу дальнѣйшихъ изслѣдованій.

Исходя изъ этихъ мыслей, *Скиапарелли* вычислилъ описанную падающими звѣздами 10 августа параболу. Въ качествѣ радіанта онъ принялъ, вслѣдъ за *Александромъ Гершелемъ*, точку неба, лежащую на 44° прямого восхожденія и 56° сѣвернаго склоненія. Въ то же время, онъ допустилъ, что черезъ плоскость земной орбиты метеоры прошли въ 1886 г. 11 августа въ 6 часовъ утра.

Такимъ образомъ, были найдены слѣдующіе элементы пути для Персеидъ 1866 г.:

Прохождение черезъ перигелій 1866 іюль . . .	23,62
Долгота перигелія	343° 38'
Долгота восходящаго узла	138° 16'
Наклоненіе орбиты	64° 03'
Разстояніе перигелія	0,9643
Время обращенія	108 лѣтъ
Движеніе	обратное.

Продолжительность времени обращенія *Скіапарелли* вычислилъ на основаніи цѣлаго ряда необычайно яркихъ явленій августовскихъ метеоровъ. Онъ взялъ ихъ изъ каталоговъ *Кетле* и *Эд. Біо*. Но это время обращенія очень неточно. Относительную скорость, съ какою Персеиды встрѣчаютъ землю, можно вычислить на основаніи указанныхъ выше элементовъ пути. Она равняется 8 нѣмецкимъ милямъ. Это вполне согласуется съ выведенной изъ наблюденій *Александра Гершелемъ* величиной въ $7\frac{1}{2}$ миль.

Элементы большой кометы (III), наблюдавшейся лѣтомъ 1862 года, по *Оппольцеру*:

Прохождение черезъ перигелій въ августѣ 1862 г.	22,9
Долгота перигелія	344° 41'
Долгота восходящаго узла	137° 27'
Наклоненіе орбиты	66° 26'
Разстояніе перигелія	0,9626
Время обращенія	121,5 лѣтъ
Движеніе	обратное.

Легко замѣтить, что обѣ эти системы элементовъ очень мало отличаются другъ отъ друга. Эти различія съ полнымъ правомъ можно приписать меньшей точности, съ какою удастся опредѣлить радіантъ и узелъ метеоровъ Персея. Скорѣе нужно удивляться обратному, тому, что не получилось большей разницы въ элементахъ. Правда, въ данныхъ, полученныхъ для времени обращенія, разница эта значительнѣе. Но это не имѣетъ большого значенія, такъ какъ именно этотъ элементъ въ обоихъ путяхъ можетъ быть вычисленъ лишь приблизительно.

Къ указаннымъ выше результатамъ *Скіапарелли* пришелъ уже въ концѣ ноября 1866 г. Въ декабрѣ онъ опубликовалъ

ихъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ онъ указалъ приблизительный путь для ноябрьскихъ метеоровъ. При этомъ періодъ ихъ обращенія онъ принялъ въ $33\frac{1}{4}$ года. А радіантъ ихъ, какъ онъ полагалъ, 13 ноября 1866 года находился подъ $143^{\circ} 12'$ долготы и $10^{\circ} 16'$ сѣверной широты.

Встѣ эти элементы пути для Леонидъ 13 ноября 1866 г.:

Прохождение черезъ перигелій 1866 г. ноябрь	10,092
Долгота перигелія	$56^{\circ} 25,9'$
Долгота восходящаго узла	$231^{\circ} 28,2'$
Наклоненіе орбиты	$17^{\circ} 44,5'$
Разстояніе перигелія	0,9873
Эксцентриситетъ	0,9046
Половина большой оси	10,340
Время обращенія	33,25 года
Движеніе	обратное.

Замѣчательно, что скоро нашлась комета, которая движется почти по такому же пути. Комета I 1866 г., по вычисленіямъ *Оппольцера*, описываетъ орбиту, элементы которой слѣдующіе:

Прохождение черезъ перигелій 1866 январь	11,160
Долгота перигелія	$60^{\circ} 28,0'$
Долгота восходящаго узла	$231^{\circ} 26,1'$
Наклоненіе орбиты	$17^{\circ} 18,1'$
Разстояніе перигелія	0,9765
Эксцентриситетъ	0,9054
Половина большой оси	10,324
Время обращенія	33,176 года
Движеніе	обратное.

Совпаденіе двухъ метеорныхъ путей съ двумя кометными путями ни въ какомъ случаѣ нельзя приписать случайности. Сэръ *Джонъ Гершель* съ полнымъ основаніемъ могъ поэтому замѣтить: „Это совпаденіе такъ поразительно, что не можетъ уже быть никакихъ сомнѣній относительно общаго происхожденія кометъ и метеорныхъ потоковъ“.

Съ тѣхъ поръ были вычислены пути многихъ метеорныхъ потоковъ. Ихъ сравнили затѣмъ съ путями извѣстныхъ

кометъ. Однако, въ общемъ, совпаденіе оказалось только въ слѣдующихъ четырехъ случаяхъ:

Метеорные потоки:	Кометы:
Лириды (апрѣльскіе метеоры)	Комета I 1861
Персеиды (августовскіе метеоры) . .	„ III 1862
Потокъ Андромеды (ноябрьскіе метеоры)	„ <i>Біэлы</i>
Леониды (ноябрьскіе метеоры)	„ I 1866

Это число, дѣйствительно, чрезвычайно мало. Въ особенности, если принять во вниманіе, какъ велико число вычисленныхъ кометныхъ путей и метеорныхъ потоковъ. Совпаденіе путей августовскихъ и ноябрьскихъ метеоровъ съ орбитами кометы III 1862 и I 1866 первоначально породило надежду, что скоро окажется очень много такого рода совпадений. Но эта надежда не оправдалась. Пришлось отказаться отъ сдѣланнаго первоначально вывода, что ко многимъ кометнымъ путямъ будутъ найдены соотвѣтствующіе метеорные пути, и обратно. Такое совпаденіе носило лишь случайный характеръ. Но поразительная случайность: работы *Скіапарелли* надъ этими вопросами очень скоро нашли себѣ иллюстрацію въ совпаденіи такихъ орбитъ съ кометными орбитами.

Ясно, что вслѣдствіе земного притяженія въ нашу атмосферу попадаетъ много такихъ метеоровъ, которые иначе не встрѣтились бы съ землей. *Скіапарелли* вычислилъ этотъ излишекъ попадающихъ къ намъ метеоровъ: онъ опредѣляется отношеніемъ квадрата увеличенной скорости метеоровъ къ квадрату ихъ простой относительной скорости. На этотъ фактъ впервые обратилъ вниманіе проф. *Ньютонъ*. „Эта прибавка—говоритъ *Скіапарелли*—возрастаетъ относительно гораздо замѣтнѣе для потоковъ, падающихъ съ малой скоростью, нежели для иныхъ потоковъ. Для метеорныхъ потоковъ съ наибольшей скоростью эта прибавка выражается отношеніемъ

$$1 : 1,025,$$

для потоковъ, падающихъ съ наименьшей скоростью, отношеніе это будетъ

$$1 : 1,849.$$

Представимъ себѣ теперь два потока. Одинъ пусть направляется отъ апекса; другой идетъ въ противоположномъ направленіи. При прочихъ равныхъ условіяхъ, число метеоровъ въ нихъ будетъ относиться, какъ 1,025 : 1,849, или, проще, какъ 5 : 9. Но возросшее число метеоровъ распределяется также по площади, большей, нежели одно полушаріе. Поэтому, нельзя еще сказать, что количество падающихъ на землю метеоровъ возрастаетъ, какъ количество падающихъ звѣздъ, видимыхъ для даннаго наблюдателя или приходящихся на единицу поверхности опредѣленной величины.

Итакъ, по только что указанной причинѣ потоки, идущіе отъ анти-апекса, должны содержать значительно больше метеоровъ, нежели потоки, направляющіеся со стороны апекса. Но это вліяніе съ избыткомъ перевѣшивается другимъ вліяніемъ. Въ силу этого послѣдняго обстоятельства потоки, идущіе отъ апекса, оказываются въ отношеніи численности метеоровъ въ гораздо болѣе благопріятномъ положеніи, нежели противоположные потоки. Это уравнивающее вліяніе заключается въ томъ, что часовая численность метеоровъ должна быть пропорціональна относительной скорости ихъ движенія. Перевѣсъ въ сторону апекса передъ антиапексомъ выражается отношеніемъ 5,82 : 1. Дальнѣйшія обстоятельства, вліяющія на часовую численность, таковы: разстояніе метеоровъ отъ наблюдателя, наклоненіе ихъ путей, уголъ, подъ которымъ эти пути представляются глазу наблюдателя, и нѣкоторые другія обстоятельства, совершенно ускользающія отъ всякаго вычисленія. Во всякомъ случаѣ, этихъ обстоятельствъ, въ особенности въ связи съ измѣняющимися атмосферными условіями, вполне достаточно для объясненія метеорныхъ явленій. Такъ объясняется, напр., тотъ фактъ, что нѣкоторые потоки падающихъ звѣздъ въ однѣхъ мѣстностяхъ оказываются очень яркими, а въ другихъ, напротивъ, слабыми. Въ данномъ случаѣ было бы совершенно излишнимъ прибѣгать къ крайне сомнительной гипотезѣ, что къ инымъ мѣстностямъ метеоры какъ бы питаютъ особое пристрастіе.

Земля и другія планеты оказываютъ возмущающее дѣйствіе на путь падающихъ звѣздъ. Для теоріи метеоровъ чрезвычайно важно выяснить это вліяніе земли и планетъ.

Скіапарелли точно изслѣдовалъ это вліяніе. Онъ пришелъ къ такому выводу. Если возмущеніе производится землей, то уголъ наибольшаго отклоненія относительнаго движенія у метеоровъ, проходящихъ совсѣмъ близко отъ земли, для ноябрьскихъ метеоровъ равняется $1^{\circ}28'$. Благодаря этому возмущенію въ крайнихъ случаяхъ среднее время обращенія можетъ уменьшиться съ 33 $\frac{1}{4}$ лѣтъ до 28, 67 лѣтъ. Оно можетъ также увеличиться до 49, 92 лѣтъ. Отсюда слѣдуетъ, что та часть Леонидъ, которая проходитъ очень близко отъ земли, имѣетъ возможность измѣнять свой періодъ обращенія. Она можетъ растянуться въ видѣ тонкаго кольцообразнаго потока вдоль пути. Несмотря на то, измѣненіе въ точкѣ радіаціи будетъ очень незначительно. „Метеорный потокъ—говоритъ *Скіапарелли*—можетъ съ почти геометрической точностью исходить изъ одной точки, и, все же, элементы его могутъ описывать въ пространствѣ очень различные пути“.

Скіапарелли изслѣдовалъ, далѣе, въ какой степени притяженіе земли можетъ измѣнить большія оси метеорныхъ путей. Онъ пришелъ къ такому выводу. Возьмемъ метеоръ, обладающій параболическимъ движеніемъ. Допустимъ, что вслѣдствіе возмущающаго дѣйствія земли онъ долженъ будетъ перемѣститься на путь съ наименьшимъ временемъ обращенія. Въ такомъ случаѣ онъ будетъ двигаться въ прямомъ направленіи, а его парабола должна пересѣчь земную орбиту, принимаемую за круговую, подъ угломъ въ 18° . Точно также и остальные планеты оказываютъ возмущающее дѣйствіе на метеорные пути. Само собою разумѣется, вліяніе это зависитъ отъ ихъ массы и близости отъ метеоровъ. Внутреннія планеты обладаютъ незначительной массой. Поэтому при большой скорости метеоровъ ихъ вліяніе оказывается слабѣе вліянія земли. Но внѣшнія планеты, начиная съ Юпитера, могутъ оказывать громадное вліяніе на отклоненіе метеорныхъ путей.

Отмѣтимъ здѣсь слѣдующее обстоятельство. Допустимъ, что одна изъ большихъ планетъ проносится черезъ потокъ метеоровъ. Или пусть планета приблизится къ нему на нѣсколько сотъ земныхъ радіусовъ. Въ такомъ случаѣ метеоры ближайшей части потока будутъ такъ сильно отклонены съ своего пути, что въ этой части потокъ окажется

какъ бы разрушеннымъ: „Дѣйствіе это будетъ походить на дѣйствіе сильной бури на столбъ дыма“. Послѣ нѣсколькихъ такихъ встрѣчъ первоначальная связь между этими метеорами исчезаетъ совершенно для глазъ наблюдателя. Тогда ихъ можно уже разсматривать, какъ *спорадическіе* метеоры.

Такъ, совершенно естественнымъ путемъ мы приходимъ къ вопросу о *происхожденіи метеорныхъ потоковъ*. И этотъ вопросъ *Скиапарелли* изслѣдовалъ съ величайшимъ остроуміемъ. Онъ далъ на него такой отвѣтъ. Допустимъ что система шарообразной формы и очень незначительной плотности приближается къ солнцу до извѣстнаго предѣла. Система эта, какъ я показаль уже раньше, должна будетъ распасться. Въ данномъ случаѣ безразлично, состоитъ ли она изъ раздѣльныхъ частицъ или изъ связанной матеріи. Этотъ предѣлъ устойчивости отнюдь не зависитъ отъ размѣровъ шарообразной системы, а только отъ количества содержащейся въ ней матеріи и отъ ея разстоянія отъ солнца. Разъ предѣлъ устойчивости достигнутъ, то система равномерной плотности начинаетъ распадаться одновременно во всѣхъ слояхъ. Но если плотность системы возрастаетъ въ направленіи къ центру, то распадѣніе начинается съ наружныхъ слоевъ. Это разрушительная сила солнца есть не что иное, какъ проявленіе его притяженія, не что иное, какъ возмущающее дѣйствіе. Такое же дѣйствіе производять и планеты. Вслѣдствіе этой разрушительной силы, прежде всего солнца, матерія должна распредѣлиться вдоль описаннаго пути. Она займетъ извѣстную дугу его. Поэтому при эллиптической орбитѣ вся линія пути, въ концѣ концовъ, будетъ занята матеріей (метеоровъ). Само собой разумѣется, что въ опредѣленныхъ случаяхъ и планеты могутъ непосредственно или посредственно приводить къ распаденію первоначальной массы и къ образованію потока.

Все, что намъ извѣстно о кометахъ, говоритъ за то, что масса ихъ содержитъ всѣ условія, необходимыя для распаденія. Мы знаемъ также, что нѣкоторыя кометы движутся по орбитамъ, почти тождественнымъ съ орбитами извѣстныхъ метеорныхъ потоковъ. Поэтому здѣсь невольно напрашивается дальнѣйшій выводъ, что въ дѣйствительности метеорные потоки возникаютъ путемъ распаденія нѣкоторыхъ кометъ.

Мы выяснили выше отношенія, существующія между падающими звѣздами и кометами. Я хочу теперь, слѣдуя *Скиапарелли*, освѣтить нѣсколько родство между падающими звѣздами и метеоритами. До сихъ поръ никогда не удавалось еще установить съ точностью паденія метеоровъ на землю. Въ этомъ фактѣ нѣкоторые усматриваютъ самое серьезное возраженіе противъ тождества падающихъ звѣздъ и метеоритовъ. Другіе, напротивъ, склонны приписывать имъ совершенно одинаковую природу.

Скиапарелли приводитъ нѣсколько случаевъ, когда вещество падающихъ звѣздъ должно было достигнуть земли. Первый случай относится къ 1095, къ большому дождю падающихъ звѣздъ, выпавшему во время Клермонтскаго Собора. О второмъ случаѣ сообщаетъ *Гайдинеръ*. Онъ имѣлъ мѣсто 31 іюля 1859 г.: метеоръ наблюдался у замка Монпрейсь въ Штиріи. Метеоръ съ шипѣніемъ неся по воздуху. Летѣлъ онъ со скоростью падающей звѣзды. Но свѣтъ его былъ ярче. Метеоръ упалъ здѣсь передъ церковью на твердую песчаную почву. Онъ вырылъ въ ней небольшую ямку глубиною въ половину орѣховой скорлупы. На землѣ остался слѣдъ выжженного пятна величиною съ талеръ. Упавшій предметъ продолжалъ блестѣть въ теченіе 5—8 секундъ. Онъ состоялъ изъ трехъ кусковъ пылеобразной или песчанообразной массы, каждый величиною съ орѣхъ. Сверху куски были покрыты черной шлакообразной корой.

Третій случай наблюдался 16 ноября 1859 года въ 8^{1/2} часовъ вечера въ Чэрълстонѣ въ Южной Каролинѣ. Масса метеора была изслѣдована химически *Шепардомъ*. Послѣдній нашелъ, что она обладаетъ минеральнымъ и землистымъ строеніемъ и содержитъ немного угля. По своему внѣшнему виду метеорные куски отличались отъ всѣхъ извѣстныхъ, органическихъ и неорганическихъ, тѣлъ.

Разница между внѣшнимъ видомъ падающей звѣзды и огненного шара, дающаго метеориты, несомнѣнно, довольно значительна. Падающая звѣзда проносится по небесному своду совершенно безшумно, озаренная мгновенно гаснущимъ блескомъ. Свѣтъ ея чистъ и ясенъ. Путь ея имѣетъ видъ тонкой черты. Иную картину даетъ огненный шаръ: за нимъ тянется громадный хвостъ, онъ изливаетъ вокругъ себя

ослѣпительный свѣтъ, искры и дымъ несутся во всѣ стороны, и взрывается онъ съ громовымъ шумомъ и трескомъ. Но, несмотря на все свое различіе, явленія эти связаны между собой цѣлымъ рядомъ переходныхъ формъ. Они представляютъ собой лишь крайнія звенья *одной и той же* цѣпи явленій.

Огненные шары, вспыхивающіе съ трескомъ, лишь въ самыхъ рѣдкихъ случаяхъ даютъ метеориты. Однако, не можетъ быть сомнѣній, что на землю непрестанно падаютъ болѣе или менѣе значительныя массы, начиная съ песчинокъ и кончая громадными камнями въ нѣсколько центнеровъ вѣсомъ. Но не всегда удастся отыскать эти массы: все зависитъ тутъ отъ случайности.

Кромѣ того, не слѣдуетъ думать, что причиной грома, почти всегда сопровождающаго появленіе большихъ огненныхъ метеоровъ, служитъ всегда дѣйствительный взрывъ. По этому поводу *Гирнэ* замѣчаетъ: шумъ, именуемый нами громомъ, происходитъ, какъ извѣстно, отъ того, что воздухъ, черезъ который пробѣгаетъ электрическая искра, т. е., лучъ молніи, сразу нагрѣвается до очень высокой температуры и вслѣдствіе этого значительно увеличивается въ объемѣ. Столбъ воздуха, внезапно нагрѣтый и расширившійся, часто тянется на нѣсколько миль. Такъ какъ продолжительность молніи не достигаетъ даже одной милліонной доли секунды, то шумъ возникаетъ поэтому одновременно по всей длинѣ столба. Для наблюдателя, находящагося въ какой-либо точкѣ, шумъ этотъ начинается тамъ, гдѣ молнія ближе всего. Другими словами, начало грома указываетъ наименьшее разстояніе молніи, а продолжительность его свидѣлствуетъ о длинѣ столба.

Самыя мелкія пушечныя ядра едва достигаютъ скорости въ 600 метровъ въ секунду. А метеориты проникаютъ въ воздухъ со скоростью въ 40.000 или даже 60.000 метровъ въ секунду. Эта громадная скорость порождаетъ особаго рода явленія. Правда, явленія эти остаются незначительными, когда рѣчь идетъ о пушечномъ ядрѣ. Но въ данномъ случаѣ, въ связи съ метеоритами, они становятся необычайно сильными и значительными. При такой скорости воздухъ сразу же нагрѣвается до температуры въ 4000°—6000° Ц. Поверхность

метеорита подвергается сильному трению воздуха. Вслѣдствіе этого наружныя частицы вещества метеоролита отрываются и, благодаря высокой температурѣ, тотчасъ же превращаются въ паръ. Въ этомъ, несомнѣнно, и заключается причина дыма, который въ видѣ хвоста тянется за метеоролитами.

Слѣдовательно, въ данномъ случаѣ, какъ и при молніи, получается длинный, узкій столбъ воздуха. Онъ расширяется, конечно, не такъ быстро, какъ при молніи, но, во всякомъ случаѣ, въ очень короткое время и на очень большомъ протяженіи.

При такихъ условіяхъ, какъ въ одномъ, такъ и въ другомъ случаѣ долженъ произойти взрывъ: громовый ударъ, за которымъ слѣдуютъ болѣе или менѣе протяжные раскаты. Если пушечному ядру сообщить скорость въ 100.000 метровъ въ секунду, то свиста уже не будетъ, а раздастся громъ. Въ то же время, словно молнія, пронесется лучъ, и ядро сразу же сгоритъ. На этомъ основаніи *Гирнз* доказываетъ, что громъ метеоритовъ не необходимо долженъ быть связанъ съ дѣйствительнымъ взрывомъ. Онъ доказываетъ, далѣе, что сила шума, происходящаго въ каждой точкѣ пути, зависитъ 1) отъ высоты, 2) отъ скорости метеорита, 3) отъ его величины и 4) отъ рельефа мѣстности, надъ которой онъ проносится. Онъ приводитъ наблюденіе *Соссюра*, что на высотѣ въ 5000 метровъ пистолетный выстрѣлъ производитъ совсѣмъ небольшой шумъ. Затѣмъ онъ указываетъ, что на высотѣ въ 100.000 метровъ плотность воздуха падаетъ до ничтожной величины въ 0,000000004 килограмма, а температура, вѣроятно, понижается до—200°. Въ такой средѣ метеоритъ не можетъ уже производить шума, хотя будетъ испускать очень яркій свѣтъ. Вѣдь его температура и его свѣтъ зависятъ не отъ абсолютной величины, а отъ быстрого измѣненія плотности.

Присмотритесь внимательнѣе къ отдѣльнымъ явленіямъ, связаннымъ съ огненными метеорами. Легко замѣтить, что ни взрывъ, ни интенсивность свѣта не могутъ служить отличительнымъ признакомъ между ними и падающими звѣздами. Явленія взрыва зависятъ, помимо разстоянія отъ наблюдателя, также и отъ плотности воздуха на тѣхъ высотахъ,

гдѣ взрывается метеоръ. На интенсивность свѣта, наряду съ разстояніемъ, снова оказываютъ громаднѣйшее вліяніе состоянія атмосферы въ отдѣльныхъ мѣстахъ наблюденія. Точно также и взрывъ метеоровъ не можетъ служить отличительнымъ признакомъ между огненными шарами и падающими звѣздами. Дѣйствительно, у ноябрьскихъ метеорныхъ потоковъ одновременно можно было наблюдать лопавшіеся метеоры и падающія звѣзды, исходившія изъ созвѣздія Льва.

Единственное, повидимому, отчасти состоятельное возраженіе противъ тождества падающихъ звѣздъ и метеоритовъ усматривали въ томъ, что паденіе метеоритовъ слѣдуетъ совершенно иному періоду, нежели появленіе падающихъ звѣздъ. Этого факта нельзя, конечно, подвергать сомнѣнію. Уже въ 1860 г. *Гайдингеръ* нашелъ, что число метеоритовъ, выпавшихъ послѣ полудня, на 40% превышаетъ число метеоритовъ, выпавшихъ до полудня. *Юлій Шмидтъ* даетъ таблицу ежегоднаго распредѣленія выпавшихъ метеоритовъ:

	Паденія метеоритовъ.	Взрывы.	Хвосты.
Январь.	22	52	39
Февраль	19	44	32
Мартъ	27	51	39
Апрѣль	27	37	26
Май.	41	40	27
Іюнь	31	33	31
Іюль.	39	44	50
Августъ	25	34	108
Сентябрь.	18	36	59
Октябрь	28	50	54
Ноябрь	20	61	67
Декабрь	26	53	44

Отсюда видно, что максимумъ паденія аэролитовъ приходится на *май* мѣсяцъ. Въ это же время наиболѣе часто происходятъ и взрывы, хвосты же появляются наиболѣе рѣдко. „Получается впечатлѣніе—говоритъ *Шмидтъ*—что полный процессъ сгорания обуславливаетъ наиболѣе частое появленіе хвостовъ и наиболѣе рѣдкое паденіе камней“.

Падающія звѣзды и метеориты слѣдуютъ въ своемъ по-

явленіи различнымъ періодамъ. Что служитъ причиной этого явленія? Нужно вспомнить, что причина ежедневныхъ колебаній въ числѣ падающихъ метеоровъ заключается въ одновременномъ существованіи поступательнаго и вращательнаго движенія земли. Въ силу этого, области, окружающія апексъ, повидимому, должны высылать большее количество падающихъ звѣздъ, нежели противоположныя области. Если бы не было атмосферы, то трудно было бы понять, почему то же самое не должно было бы происходить и для метеоритовъ. Но существованіе земной воздушной оболочки совершенно измѣняетъ все это дѣйствіе. Допустимъ, что пути метеоритовъ суть параболы. Въ такомъ случаѣ, скорость паденія въ направленіи апекса будетъ относиться къ скорости въ противоположномъ направленіи, какъ 4,34:1. Поэтому сопротивленіе атмосферы въ массѣ, падающей со стороны апекса, будетъ равняться $4,34 \times 4,34$. Слѣдовательно, здѣсь можетъ развиваться въ 19 разъ больше теплоты, нежели въ такой же массѣ, падающей съ противоположной стороны. Другими словами: причина, вызывающая распаденіе метеоровъ вблизи апекса, дѣйствуетъ здѣсь въ 19 разъ сильнѣе, нежели съ противоположной стороны. Слѣдовательно, хотя число метеоровъ вокругъ апекса больше, но, въ силу указанной причины, съ противоположной стороны, гдѣ ихъ меньше, на землю падаетъ, все же, гораздо больше метеоровъ. При появленіи большихъ метеорныхъ потоковъ Персеидъ и Леонидъ, на землю, какъ оказывается, падаетъ не больше метеоровъ, нежели въ другое время. Этотъ фактъ въ достаточной мѣрѣ объясняется большой скоростью этихъ метеоровъ, радіанты которыхъ удалены отъ апекса на 40° и 10° . „Оба этихъ метеорныхъ потока—говоритъ *Скіапарелли*—съ такою стремительностью низвергаются на землю, что полное распаденіе метеоровъ въ атмосферѣ вполне допустимо“.

Если это объясненіе справедливо, то метеорные потоки съ малой скоростью должны давать больше метеоритовъ, нежели это вообще возможно ожидать для даннаго періода. Такой именно случай представляютъ тѣ падающія звѣзды, которыя появляются въ первыхъ числахъ декабря. Дѣйствительно, первая половина декабря отличается выпаденіемъ

большого числа камней. Уже *d'Арре* полагалъ, что эти аэролиты обязаны своимъ происхожденіемъ распаденію кометы *Біэлы*.

Итакъ, всѣ разсмотрѣнные до сихъ поръ факты болѣе или менѣе ясно указываютъ на тождество падающихъ звѣздъ и метеоритовъ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ проникновенія метеоритовъ въ атмосферу удалось вычислить ихъ путь. И вотъ оказалось, что абсолютная скорость его больше параболической. Если бы этотъ результатъ оказался вполнѣ вѣрнымъ, то происхожденіе метеоритовъ пришлось бы искать въ царствѣ неподвижныхъ звѣздъ. Вѣдь *Скіапарелли* показалъ, что если небесное тѣло попадаетъ изъ области неподвижныхъ звѣздъ въ сферу солнечнаго притяженія и даже внутрь нашей солнечной системы, то оно должно описывать явно гиперболическій путь. Кометы также приходятъ къ намъ изъ глубинъ небеснаго пространства. Это ясно доказываетъ отчасти гиперболическій характеръ нѣкоторыхъ ихъ орбитъ. Но въ то же время описываемое ими коническое сѣченіе имѣетъ почти параболическую форму. Это доказываетъ, по мнѣнію *Скіапарелли*, что среди неизмѣримаго числа тѣлъ, наполняющихъ небесныя пространства, кометы образуютъ самостоятельный классъ. Классъ этотъ характеризуется особой формой ихъ пути, которая, согласно теоріи, менѣе всего представляется вѣроятною для другихъ тѣлъ. Допустимъ, что мы имѣемъ тѣло, приходящее къ намъ изъ звѣздныхъ пространствъ. Такое тѣло лишь въ томъ случаѣ можетъ описать почти параболическій путь, если скорость и направленіе его собственнаго движенія почти совершенно равны скорости и направленію собственнаго движенія солнца.

Итакъ, кометы суть тѣла, родственныя нашему солнцу. Вмѣстѣ съ нимъ онѣ образовались изъ одной и той же первичной туманности и сопровождаютъ его на его космическомъ пути. Въ то же время, метеориты, приходящіе къ намъ по гиперболическимъ путямъ, суть истинные пришельцы изъ звѣзднаго міра.

Но обратите вниманіе на поразительно сходный минералогическій составъ метеоритовъ, на однообразное строеніе этихъ массъ. Въ этомъ послѣднемъ отношеніи они представляютъ собой какъ бы минералы, взятые изъ одной и той же горы или изъ одной и той же шахты. Невольно склоняешься

къ мысли, высказанной *Лаврентіемъ Шмидтомъ* и *Станиславомъ Менье*: къ мысли о существованіи общаго материнскаго тѣла метеоритовъ, обломками котораго являются аэролитныя массы.

Ну, а если метеориты, быть можетъ, берутъ свое начало на лунѣ? Правда, противъ этой гипотезы былъ выставленъ рядъ возраженій. Но указанныя затрудненія отнюдь не такъ велики, какъ это кажется на первый взглядъ. Такъ, говорятъ, что тѣло, выброшенное луной и достигающее земли со скоростью 5 миль въ секунду, должно имѣть начальную скорость въ 33.000 метровъ. Но, собственно говоря, это не можетъ служить возраженіемъ противъ возможности луннаго происхожденія тѣла. Развѣ, на самомъ дѣлѣ, на лунѣ не могли быть такіе взрывы, которые сообщили бы тѣлу такую начальную скорость? Обратите вниманіе на громадныя вулканическія образованія на лунной поверхности. Взгляните вотъ на эти кратеровидныя образованія, имѣющія въ поперечникѣ 10, даже 20 нѣмецкихъ миль. Вы легко убѣдитесь въ томъ, что нѣкогда здѣсь дѣйствовали такія вулканическія силы, наряду съ которыми наши земныя вулканическія силы покажутся ничтожными. Но это только *одна* трудность. Другая трудность заключается въ слѣдующемъ: тѣло можетъ попасть съ луны на землю только при совершенно определенномъ направленіи и скорости. Это, несомнѣнно, вѣрно, разъ сама задача рассматривается исключительно съ геометрической точки зрѣнія, и имѣется въ виду одинъ единственный случай. Но представьте себѣ, что въ незапамятныя времена на лунѣ произошелъ громадный взрывъ. Благодаря этому взрыву откололась часть лунной поверхности и превратилась въ мелкія частицы. Самый взрывъ можно представить себѣ такимъ образомъ: онъ дѣйствовалъ, подобно минѣ, изъ глубины по направленію къ поверхности, онъ создалъ благодаря этому громадныя кольцообразныя горы, а обломки отбросилъ въ пространство съ начальной скоростью въ 4—5 миль. Эти частицы тѣла станутъ затѣмъ описывать пути вокругъ луны. Въ большинствѣ случаевъ это будутъ эллипсы, но эллипсы съ самымъ различнымъ положеніемъ и эксцентриситетомъ. Цѣлые миллиарды такихъ метеороподобныхъ каменныхъ обломковъ будутъ носиться долгія тысяче-

лѣтія по такимъ путямъ вокругъ луны или также вокругъ земли. Но возмущающее дѣйствіе луны и земли будетъ постепенно видоизмѣнять ихъ пути. Такъ, въ концѣ концовъ, то одно, то другое тѣло упадетъ на землю. Такія измѣненія путей подѣ влияніемъ дѣйствія возмущающихъ силъ, какъ извѣстно, доказаны для нѣкоторыхъ кометъ. Подобнымъ же образомъ можно объяснить и паденіе метеоритовъ. Достаточно только принять, что число обломковъ, нѣкогда низвергнутыхъ луною въ пространство, было очень велико. А такому допущенію рѣшительно ничто не противорѣчило бы. Напротивъ, слѣдовало бы удивляться, если бы при возникновеніи большихъ лунныхъ кратеровъ не произошло никакихъ взрывовъ, какъ они здѣсь допускаются. Чего можно ожидать иногда отъ вулканическихъ пароксизмовъ,—это показалъ недавно вулканъ Кракатау. А вѣдь этотъ послѣдній вулканъ нельзя даже сравнивать съ лунными вулканами. Единственно серьезнымъ возраженіемъ противъ данной гипотезы могло бы служить доказательство, что метеориты, дѣйствительно, движутся черезъ небесныя пространства по гиперболическимъ путямъ. Вѣдь въ такомъ случаѣ ихъ родину намъ пришлось бы искать въ звѣздномъ мірѣ.

Но никто еще не доказалъ этого со всей необходимой строгостью. А потому мы можемъ смѣло настаивать на лунномъ происхожденіи метеоритовъ. Намъ не угрожаетъ опасность впасть въ противорѣчіе съ неопровержимыми фактами.

Но, конечно, остается одно большое затрудненіе: мы не можемъ провести никакой границы между метеоритами и падающими звѣздами. Оба тѣла, скорѣе, представляютъ собой крайнія звенья *одного и того же* ряда явленій. Но связь падающихъ звѣздъ съ кометами вполне доказана. Это обстоятельство вынуждаетъ насъ допустить, что и метеориты суть обломки кометъ. Съ другой стороны, новѣйшія изслѣдованія проф. *Ньютона* доказали, что метеориты, время паденія и направленіе движенія которыхъ извѣстны, первоначально должны были двигаться по путямъ, образующимъ острый уголъ съ земной орбитой. Они двигались въ томъ же направленіи, какъ и планеты, ихъ движеніе было прямымъ, а не обратнымъ. Эта особенность не можетъ зависѣть отъ земныхъ условій. Она зависитъ только отъ космическихъ условій.

Остается только допустить, что метеориты, пересѣкающіе земную орбиту, вообще движутся лишь въ указанномъ направленіи. А тѣ, которые движутся въ противоположномъ направленіи, вообще не пересѣкаютъ нашей атмосферы и не падаютъ на землю въ твердомъ видѣ. Наконецъ, проф. *Ньютонъ* нашелъ еще, что почти во всѣхъ изслѣдованныхъ путяхъ метеоритовъ точка перигелія отстоитъ отъ солнца на разстояніи 10—20 милліоновъ миль.

Свойства метеоритовъ, въ особенности изломъ каменныхъ метеоритовъ, ясно указываютъ на то, что они подверглись большимъ измѣненіямъ температуры. Нѣкоторые содержатъ газы: углекислоту, окись углерода и углеводороды. Эти газы даютъ такой же спектръ, какъ и кометы. Въ рѣдкихъ случаяхъ метеориты *содержали* въ себѣ, наконецъ, *уоль*. Позднѣйшій изъ этихъ аэролитовъ упалъ 14 мая 1864 г. близъ деревни Оргейль во Франціи. Въ общемъ нашли около 20 обломковъ этого метеорнаго камня, величиною отъ головы до кулака. Въ нихъ слѣдуетъ отмѣтить слѣдующую интересную особенность: по черной корѣ ясно видно, что эти куски первоначально не принадлежали къ одному и тому же тѣлу. Напротивъ, нѣкоторые изъ нихъ были самостоятельными спутниками главной массы. Химикъ *Клоецъ* впервые доказалъ присутствіе въ этомъ метеоритѣ 7,41 гуминового вещества. *Пизани*, много занимавшійся химическимъ изслѣдованіемъ метеоритовъ, нашелъ, согласно съ этимъ, въ аэролитѣ 13,89 воды и органическое вещество. По *Клоцу* гуминовое вещество содержитъ въ 100 частяхъ:

63,45 углерода
5,98 водорода
30,57 кислорода.

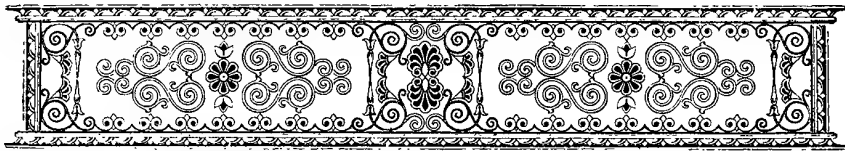
15-го апрѣля 1857 г. близъ Каба, къ юго-западу отъ Дебречина, упалъ метеорный камень. Въ немъ еще яснѣе обнаруживается присутствіе органическаго вещества. Этотъ камень состоитъ, главнымъ образомъ, изъ кремнекислоты, закиси желѣза, магнезій и глинозема, магнитнаго колчедана, желѣза и никеля и небольшого количества мѣди. Но *Велеръ* путемъ самаго тщательнаго изслѣдованія нашелъ, что камень этотъ содержитъ также небольшое количество безъ-

цвѣтнаго, неясно кристаллическаго вещества. Вещество это при накаливаніи въ трубкѣ плавилось и затѣмъ разлагалось съ обугливаніемъ, а при накаливаніи на воздухъ улетучивалось въ видѣ бѣлыхъ паровъ. Точно также и при позднѣйшихъ опытахъ знаменитый химикъ съ полной несомнѣнностью могъ убѣдиться въ томъ, что метеоритъ, кромѣ свободного угля, содержитъ углеродистое вещество. Оно легко извлекается кипящимъ алкоголемъ, легко плавится, повидимому, имѣетъ сходство съ, такъ называемымъ, горнымъ воскомъ (озокеритъ, шеереритъ). Оно, несомнѣнно, органическаго происхожденія. Быть можетъ, оно представляетъ собой остатокъ первоначально содержавшагося въ метеоритѣ органическаго вещества и разложившагося подъ дѣйствіемъ огня съ выдѣленіемъ угля.

15 марта 1806 г. при С.-Этьенѣ де-Польмъ и Валенсѣ около Алэ разорвался метеоритъ. Въ 1834 г. *Берцелиусъ* изслѣдовалъ его химически. Онъ нашелъ, что метеоритъ содержитъ органическую массу, растворимую въ водѣ. При накаливаніи она бурѣетъ и оставляетъ нѣкоторое количество чернаго угля. *Роско* впоследствии снова изслѣдовалъ кусокъ метеорита. Онъ нашелъ то же, что *Берцелиусъ*.

При Боккевельдѣ въ Капской колоніи 13-го окт. 1838 г. съ ужаснымъ громомъ упали метеорные камни. Согласно изслѣдованіямъ *Гарриса* они содержатъ въ себѣ углеродъ и битуминозную массу. Послѣдняя извлекается кипящимъ алкоголемъ въ видѣ мягкаго, желтоватаго вещества, похожаго на смолу или воскъ. При нагрѣваніи въ трубкѣ вещество это легко плавится, а затѣмъ разлагается. При этомъ остается черный уголь и выдѣляется сильный битуминозный запахъ.





VII.

Возрастъ солнечной системы и земли.

Сравнительный возрастъ отдѣльныхъ планетъ.—Образованіе отдѣльныхъ планетъ слѣдовало съ возрастающей быстротой.—Законъ планетныхъ разстояній.—Почему законъ этотъ отклоняется отъ дѣйствительности, въ особенности для далекихъ планетъ?—Возрастъ земли.

Благодаря большимъ успѣхамъ науки, исторія возникновенія солнечной системы выяснена въ настоящее время чрезвычайно точно и подробно. Въ этомъ отношеніи будущее внесетъ мало измѣненій въ господствующія нынѣ воззрѣнія. Въ иномъ положеніи находится вопросъ о продолжительности существованія этой системы. Много ли милліоновъ лѣтъ пронеслось съ тѣхъ поръ, какъ первичная туманность отдѣлила отъ себя первое кольцо раскаленной матеріи и дала начало самой отдаленной планетѣ? Сколько вѣковъ протекло съ тѣхъ поръ, какъ возникли нижнія планеты или земля? Эти вопросы чрезвычайно интересны. Но на нихъ и чрезвычайно трудно дать отвѣтъ. Лишь совсѣмъ недавно люди науки рѣшились вообще поставить эти вопросы. А раньше—лѣтъ сорокъ, пятьдесятъ тому назадъ—не рѣшались даже задумываться надъ такими вопросами. Но въ настоящее время насъ не смущаютъ уже упреки въ праздныхъ умозрѣніяхъ. Мы спокойно можемъ поставить вопросъ о возрастѣ солнечной системы и ея отдѣльныхъ членовъ. Мы спокойно можемъ попытаться освѣтить его. Одно не подлежитъ теперь сомнѣнію: разъ вопросъ этотъ сталъ на очередь, надъ нимъ неустанно будетъ работать мысль человѣческая. Она до тѣхъ поръ не успокоится, пока какой-

либо счастливый и остроумный излѣдователь не найдетъ рѣшенія, которое дастъ ей хотя бы временное удовлетвореніе. Но тѣмъ самымъ я призналъ уже, что удовлетворительное разрѣшеніе этого вопроса въ настоящее время еще недоступно для насъ. Посмотримъ, что же именно можно сказать по данному вопросу, если опираться исключительно на фактическія соображенія.

Какъ извѣстно, геологія различаетъ нѣсколько періодовъ въ развитіи земли. Но, несмотря на то, у нея нѣтъ никакого хронологическаго масштаба. Въ геологіи говорятъ о силурійской и кембрійской эпохѣ, о юрской и мѣловой эпохѣ. Но у насъ нѣтъ никакого точнаго масштаба, чтобы измѣрить продолжительность этихъ эпохъ, чтобы вычислить сколько лѣтъ охватываетъ каждая такая эпоха. Лишь послѣ долгихъ усилій геологамъ удалось установить сравнительный возрастъ различныхъ пластовъ, соотвѣтствующихъ различнымъ періодамъ въ образованіи земли. Мы знаемъ только возрастную *последовательность*, но не самый возрастъ. Такъ, напр., остатки органическихъ существъ, находимые въ силурійской формации, гораздо древнѣе окаменѣлостей изъ каменноугольнаго періода. Последнія, въ свою очередь, древнѣе третичныхъ. А третичныя окаменѣлости, опять-таки, древнѣе дилювіальныхъ. Это установленіе сравнительнаго возраста пластовъ знаменуетъ собой громадный успѣхъ въ геологической наукѣ. Какъ мы уже говорили, потребовалось много усилій, прежде чѣмъ удалось съ достаточной точностью установить последовательность пластовъ и каждому пласту указать соотвѣтствующее ему мѣсто.

Космологія находится въ подобномъ же положеніи. Но ей гораздо легче опредѣлить сравнительный возрастъ планетъ. Согласно съ исторіей развитія солнечной системы, чѣмъ дальше планета отстоитъ отъ солнца, тѣмъ она должна быть древнѣе. Такъ, самый отдаленный Нептунъ, согласно нынѣшнимъ нашимъ знаніямъ, является самой древней планетой. А близкій къ солнцу Меркурій—самая молодая. Но можно поставить дальнѣйшій вопросъ: во сколько разъ, напр., внѣшняя планета древнѣе внутренней? Такъ можно было бы опредѣлить отношеніе между сравнительными возрастами отдѣльных планетъ. Но въ настоящее время наши

свѣдѣнія по этому вопросу немногочисленны. Точнѣе говоря, мы ничего не знаемъ объ этомъ. Первичная туманность солнца простиралась нѣкогда за предѣлы орбиты Нептуна. Между тѣмъ процессъ уплотненія шелъ все дальше и дальше. Наконецъ, ея экваторъ сталъ совпадать съ орбитой нынѣшняго Нептуна. Въ это время, вслѣдствіе слишкомъ сильнаго вращенія, отъ нея оторвалось кольцо туманной матеріи. А изъ этого кольца, въ концѣ концовъ, образовалась планета Нептунъ. Куда именно перемѣстилась граница центральной туманности послѣ отдѣленія кольца,—этого нельзя съ точностью сказать. Но, во всякомъ случаѣ, граница эта простиралась еще далеко за предѣлы орбиты Урана. Въ теченіе долгаго ряда лѣтъ туманность продолжала все болѣе и болѣе уплотняться. Теперь границы ея приблизились, наконецъ, почти до предѣловъ нынѣшней орбиты Урана. Такъ произошло отдѣленіе кольца Урана, и, наконецъ, образовалась и самая эта планета. Границы центральной туманности перемѣстились теперь къ орбитѣ Сатурна. Дальнѣйшее развитіе понятно уже само собой. Вообще же можно сказать, что образованіе колецъ и отдѣленіе планетъ совершалось тѣмъ быстрѣе, чѣмъ усиленнѣе шелъ процессъ сжатія. Излученіе, при прочихъ равныхъ условіяхъ, зависитъ отъ величины поверхности. Въ то же время, поверхности шаровъ относятся, какъ квадраты ихъ радіусовъ. Благодаря этому у небольшихъ шаровъ поверхности больше, сравнительно съ объемами, нежели у большихъ. Представимъ себѣ нѣсколько шаровъ. За радіусы этихъ шаровъ примемъ среднія разстоянія планетъ. Центромъ пусть служитъ солнце. Шаръ, описанный радіусомъ орбиты Нептуна, примемъ за единицу. Въ такомъ случаѣ, мы получимъ слѣдующія отношенія между объемами и поверхностями шаровъ, соотвѣтствующихъ остальнымъ планетнымъ разстояніямъ.

Планета.	Объемъ.	Поверхность.
Нептунъ.	1	1
Уранъ	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{5}$
Сатурнъ.	$\frac{1}{31}$	$\frac{1}{10}$
Юпитеръ	$\frac{1}{193}$	$\frac{1}{33}$
Марсъ	$\frac{1}{1.700}$	$\frac{1}{389}$

Планета.	Объемъ.	Поверхность.
Земля.	$\frac{1}{27.000}$	$\frac{1}{904}$
Венера	$\frac{1}{72.000}$	$\frac{1}{1.728}$
Меркурій	$\frac{1}{470.000}$	$\frac{1}{6.034}$

Изъ этой небольшой таблицы легко убѣдиться въ слѣдующемъ: въ то время, какъ объемъ туманности постепенно уменьшался, потеря тепла вслѣдствіе лучеиспусканія должна была относительно повышаться. Итакъ сжатіе туманности и образованіе кольца совершалось все быстрѣе и быстрѣе. Такъ, до момента образованія Нептуна протекло чрезвычайно много времени. Но Уранъ отдѣлился уже скорѣе, Сатурнъ еще скорѣе и т. д. Наконецъ, между образованіемъ Меркурія и солнца протекло самое короткое время, какое только протекало между образованіемъ каждаго двухъ планетъ. Легко также понять, почему самыя отдаленныя отъ солнца планеты, по крайней мѣрѣ, Юпитеръ и Сатурнъ, до сихъ поръ остаются еще въ раскаленномъ состояніи. Между тѣмъ какъ внутреннія планеты, отъ Марса до Меркурія, давно уже остыли. Допустимъ, что образованіе планетъ совершается, въ среднемъ, черезъ равныя промежутки времени. Въ такомъ случаѣ, разница въ изученіи могла бы уравниваться еще большей разницей во времени. Юпитеръ, напр., несмотря на свои громадныя размѣры, въ настоящее время давно остылъ бы, какъ остылъ небольшой Меркурій. То же самое было бы и въ томъ случаѣ, если бы образованіе планетъ представляло собой очень древній космологическій процессъ. Наша солнечная система, слѣдовательно, представляетъ собой, сравнительно, юное образованіе въ міровомъ пространствѣ. Она далеко не миновала еще всѣхъ ступеней своего существованія. Можно сказать даже, что она находится еще въ періодѣ юности. Этотъ выводъ подтверждается нынѣшнимъ состояніемъ солнца. Солнце, какъ мы знаемъ, обладаетъ чрезвычайно высокой температурой. Во всякомъ случаѣ, оно находится въ состояніи до-бѣла раскаленной жидкости. Оно окружено раскаленной атмосферой, которая содержитъ въ себѣ въ состояніи раскаленныхъ паровъ многія трудноплавкія тѣла. Слѣдовательно, солнце въ настоящее время очень далеко еще отъ того состоянія, когда повер-

хность его начнетъ покрываться твердой корой. Правда, мы встрѣчаемъ на солнцѣ пятна, которыя суть продукты охлажденія нѣкоторыхъ мѣстъ его поверхности. Но пятна эти недолговѣчны. Да, кромѣ того, общая ихъ поверхность чрезвычайно мала въ сравненіи съ поверхностью всего раскаленного солнечнаго шара.

Здѣсь умѣстно будетъ сказать нѣсколько словъ о первоначальномъ состояніи той туманности, изъ которой образовалась нынѣшняя планетая система. Предположимъ, что до образованія извѣстной намъ планетной системы вся ея матерія была распределѣна въ пространствѣ, простиравшемся за предѣлы орбиты Нептуна. Допустимъ даже, что этотъ сфероидъ былъ очень сплюснутъ. Въ такомъ случаѣ, легко понять, что плотность этого громаднаго шара должна была составлять лишь одну десятимилліонную долю плотности легчайшаго изъ извѣстныхъ намъ тѣлъ, водороднаго газа. Этотъ необычайно разрѣженный шаръ именно по этой причинѣ не могъ долго сохранить своей высокой температуры. Онъ долженъ былъ скоро охладиться. Такъ началось его уплотненіе, явившееся источникомъ новой теплоты. Въ полномъ согласіи съ этимъ, спектральный анализъ дѣлаетъ вѣроятнымъ, что нѣкоторыя туманности въ настоящее время отнюдь не обладаютъ очень высокой температурой. Даже въ то время, когда луна отдѣлялась отъ земли, послѣдняя находилась еще въ газообразномъ состояніи. Дѣйствительно, вычисленіе показываетъ, что въ то время ея средняя плотность была болѣе чѣмъ въ пять разъ меньше плотности водорода.

Въ прежнее время дѣлались неоднократныя попытки открыть законѣрный порядокъ въ разстояніяхъ отдѣльных планетъ отъ солнца. Особенно ревностно занимался разрѣшеніемъ этой задачи берлинскій астрономъ *Бодде*. Воспользовавшись указаніемъ *Тициуса*, онъ, дѣйствительно, нашелъ нѣкотораго рода прогрессію, которая отчасти выражаетъ разстояніе планетъ. Эта и есть, такъ называемый, „законъ“ *Тициуса-Бодде*, не вполне заслуженно названный именемъ „закона“. Впослѣдствіи *Вурмъ* нѣсколько лучше согласовалъ его съ дѣйствительностью. Среднее разстояніе земли онъ принялъ = 1000, а затѣмъ среднее разстояніе планетъ выразилъ формулой:

$$387 + 2^{n-2} \cdot 293.$$

Путемъ этого вычисленія можно найти разстоянія для отдѣльныхъ планетъ, указанная въ нижеслѣдующей таблицѣ. Таблица эта содержитъ также и дѣйствительныя относительныя разстоянія. Разстояніе земли принято=1000. Послѣдній столбецъ указываетъ разницу между дѣйствительными разстояніями и числами ряда *Вурма*.

Планета.	Разстояніе планетъ по формулѣ Вурма.	Истинное разстояніе.	Разница.
Меркурій. . . .	387	387	—
Венера	680	723	+ 43
Земля	973	1000	+ 27
Марсъ.	1559	1524	— 35
Юпитеръ	5075	5203	+ 128
Сатурнъ	6763	9539	— 224
Уранъ.	19139	19182	+ 43
Нептунъ. . . .	37891	30070	— 7821

Теоретически найденныя разстоянія планетъ довольно хорошо согласуются съ дѣйствительностью. Но было бы большою ошибкой заключать отсюда, что коэффициенты указанной выше формулы *Вурма* соотвѣтствуютъ дѣйствительности и для той эпохи, когда отдѣлялись туманные кольца и возникла планетная система. Современныя среднія разстоянія отдѣльныхъ планетъ отъ солнца ни въ какомъ случаѣ не могутъ равняться первоначальнымъ разстояніямъ. Въ теченіе ряда милліоновъ лѣтъ они должны были уменьшиться вслѣдствіе сопротивленія ээира. При прочихъ равныхъ условіяхъ, уменьшеніе это должно быть тѣмъ болѣе значительно, чѣмъ старше отдѣльныя планеты. Поэтому можно ожидать, что наибольшему уменьшенію подверглись орбиты внѣшнихъ планетъ. Внутреннія же планеты, какъ можно думать, меньше всего отклонились отъ своихъ первоначальныхъ разстояній. Поэтому для опредѣленія общей формулы среднихъ разстояній лучше всего имѣть въ виду внутреннія планеты. Допустимъ теперь, что общая форма ряда *Вурма* вѣрна. Воспользуемся, далѣе, для опредѣленія обѣихъ постоянныхъ нынѣшними

разстояніями планетъ Меркурія и Венеры. Мы получимъ тогда для первоначальныхъ разстояній всѣхъ планетъ слѣдующую формулу:

$$387 + 2^{n-2} \cdot 336.$$

Слѣдующая ниже таблица вычислена по этой формулѣ. Она даетъ для каждой изъ извѣстныхъ планетъ первоначальныя (теоретическія) и нынѣшнія среднія разстоянія, а также разницу обѣихъ величинъ.

Планета.	Первоначальное (теоретическое) разстояніе отъ солнца.	Нынѣшнее разстояніе отъ солнца.	Разница.
Меркурій. . . .	387	387	
Венера. . . .	723	723	
Земля	1059	1000	— 59
Марсъ. . . .	1731	1524	— 207
Юпитеръ. . . .	5763	5203	— 560
Сатурнъ. . . .	11139	9539	— 1600
Уранъ. . . .	21891	19182	— 2709
Нептунъ. . . .	43395	30070	— 13325

Изъ этой таблицы видно, что дѣйствительныя разстоянія планетъ меньше первоначальныхъ, какъ они вычислены на основаніи сдѣланныхъ выше предположеній. И чѣмъ больше мы удаляемся отъ солнца, или, другими словами, чѣмъ старше данная планета, тѣмъ эта разница значительнѣе. Допустимъ, что въ послѣднемъ столбцѣ нашей таблицы хотя бы одно число оказалось меньше предшествующаго ему. Въ такомъ случаѣ это доказывало бы, что я ошибаюсь, т. е., что въ настоящее время разстоянія отдѣльныхъ планетъ не отличаются еще существенно отъ первоначальныхъ. Теперь же необходимо сдѣлать обратный выводъ: дѣйствительно, всѣ планеты, со времени своего возникновенія, замѣтно приблизились къ солнцу вслѣдствіе сопротивленія ээира. Въ особенности же значительно приблизились внѣшнія планеты. Я не стану останавливаться здѣсь на томъ, какое вліяніе имѣло это, между прочимъ, на измѣненіе вѣковыхъ возмущеній планетныхъ путей. Я замѣчу только одно: уже въ силу одного этого соображенія безцѣльно вычислять напередъ форму

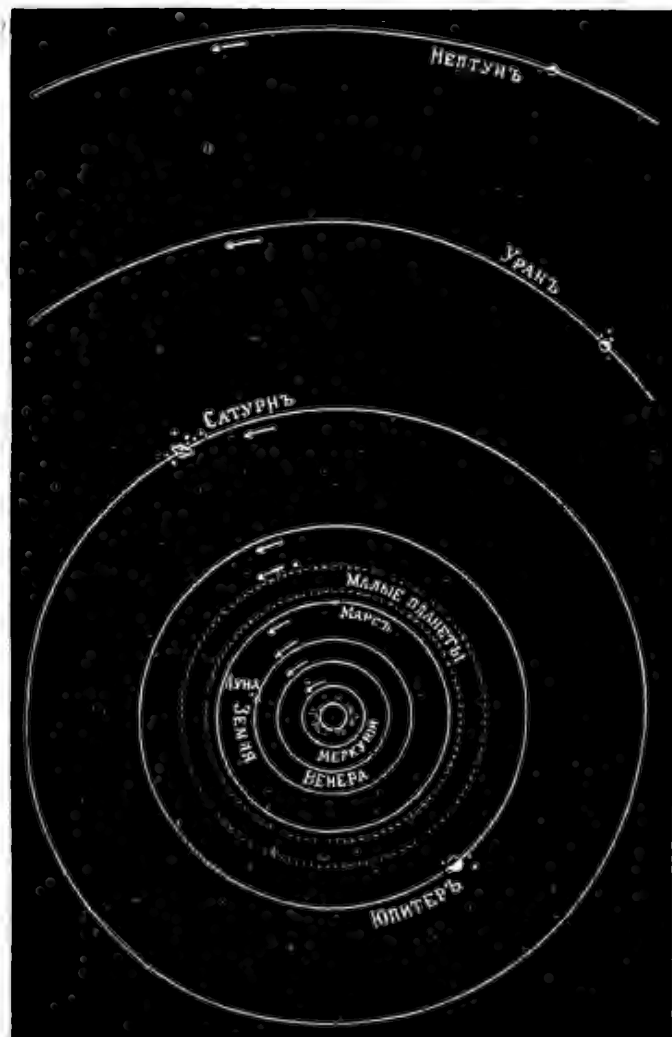
земной орбиты для цѣлаго ряда милліоновъ лѣтъ. Поэтому сдѣланныя недавно вычисленія такого рода лишены всякаго значенія. Въ данномъ случаѣ разсчитывали объяснить такимъ путемъ ледниковый періодъ

Выше я упоминалъ, что наша солнечная система вообще переживаетъ еще періодъ юности. Возрастъ ея не можетъ быть очень великъ. Но этого не слѣдуетъ понимать въ томъ смыслѣ, что солнечная система существуетъ будто бы лишь короткое время. Напротивъ, возрастъ ея исчисляется многими милліонами лѣтъ. Но весь этотъ промежутокъ времени покажется намъ незначительнымъ, если сравнить его съ тѣмъ рядомъ лѣтъ, въ теченіе котораго можетъ еще существовать солнечная система.

Чрезвычайно важно было бы вычислить, хотя бы приблизительно, возрастъ какой-либо планеты, въ годахъ, или, правильнѣе, въ милліонахъ лѣтъ. Это позволило бы намъ сдѣлать рядъ интересныхъ выводовъ. Особенный интересъ представляетъ вопросъ о величинѣ той механической силы, которая покоится въ видѣ теплоты въ солнцѣ и вотъ уже неисчислимый рядъ тысячелѣтій неустанно изливается въ міровое пространство. Я пытался произвести такое вычисленіе для земли. Однако, попытка эта можетъ собственно дать лишь предѣльную величину для возраста земли. Другими словами, мы можемъ въ этомъ случаѣ получить лишь такой рядъ лѣтъ, котораго дѣйствительный возрастъ земли никогда не можемъ не превысить, ни достигнуть. Впрочемъ, это вычисленіе простирается лишь до той эпохи, когда земля покрылась уже твердой корой.

Пытаясь дать себѣ отчетъ относительно образованія земной коры, мы невольно приходимъ къ такому выводу, строеніе внутреннихъ частей нашей планеты должно носить симметрическій характеръ. Это выражается въ томъ, что центръ земли со всѣхъ сторонъ окруженъ концентрическими слоями, плотность которыхъ непрестанно убываетъ въ направленіи отъ центра къ поверхности. Этотъ выводъ безусловно правиленъ. Больше того. Безъ правильнаго распредѣленія массъ внутри земли была бы совершенно немыслима наибольшая часть астрономическихъ изслѣдованій. На поверхности земли наблюдаются извѣстные отклоненія отъ этого концентриче-

скаго расположенія слоевъ. Причины этихъ отклоненій коренятся отчасти въ вулканическихъ, отчасти въ непуническихъ вліяніяхъ. Вулканы и землетрясенія, плутоническія силы и



Солнечная система.

химическое и механическое дѣйствіе воды—все это породило неправильности какъ на самой земной поверхности, такъ и въ областяхъ, лежащихъ въ непосредственномъ сосѣдствѣ съ нею. Но эти неправильности земной поверхности совер-

шенно ничтожны въ сравненіи со всѣмъ объемомъ земного шара. Объ этомъ свидѣтельствуемъ, между прочимъ, такой фактъ: до сихъ поръ не удалось еще построить искусственнаго глобуса такой величины, чтобы на него можно было нанести всѣ горы въ ихъ истинномъ отношеніи. Если бы всѣ европейскія горы можно было разсыпать равномерно по всей поверхности Европы, то средняя ея высота возрасла бы всего лишь на 914 футовъ. Сѣверная Америка при такихъ же условіяхъ повысилась бы на 702 фута, Южная Америка—на 1080, Азія—на 1062 фута. Въ то же время земной радіусъ равняется 19.632.000 футовъ. Такъ что указанная выше неровности земной поверхности становятся совершенно незамѣтными рядомъ съ этой величиной.

Новѣйшія изслѣдованія относительно формы земли съ большою точностью доказали существованіе сплюснутости у полюсовъ. *Бессель* въ своей классической работѣ о сплюснутости земли даетъ для нея среднюю величину $\frac{1}{299}$. Въ позднѣйшихъ изслѣдованіяхъ величина эта опредѣлена нѣсколько выше. Предѣльной величиной можно считать дробь $\frac{1}{289}$. Изслѣдованія все болѣе и болѣе приближаются къ этой величинѣ.

Сплюснутость нашей планеты доказываетъ, что земля въ юношескую пору своего существованія находилась въ огненно-жидкомъ состояніи. Но она доказываетъ вмѣстѣ съ тѣмъ, что земля уже тогда вращалась около своей оси. Это вращеніе—благодаря ему получается день и ночь—отнюдь не возникло позже, напр., вслѣдствіе столкновенія съ какой-либо кометой, какъ это допускали нѣкоторые философы. Если бы не было вращенія, то земля представляла бы собой совершенно круглый шаръ. Лишь послѣ того, какъ началось ея вращательное движеніе, экваторіальныя пласты поднялись надъ прежнимъ уровнемъ и образовали около экватора выпуклость. Такъ шарообразная форма земной поверхности превратилась въ сфероидальную.

Представимъ себѣ жидкій шаръ величиною съ нашу землю. Допустимъ, что плотность его во всѣхъ слояхъ одинакова. Пусть шаръ этотъ вращается около своей оси. Пусть одинъ оборотъ около оси онъ совершаетъ въ точно такое же время, какъ наша земля. Какъ показываетъ вычисленіе, этотъ

жидкій шаръ будетъ имѣть сплюснутость въ $\frac{1}{231}$. Но эта сплюснутость гораздо больше той, какую мы нашли въ дѣйствительности у земли. Чтобы получить сплюснутость $\frac{1}{289}$, пришлось бы допустить, что земля раньше вращалась около своей оси гораздо медленнѣе, нежели въ настоящее время. Но такое предположеніе совершенно несостоятельно. Болѣе того, самые важные факты противорѣчатъ ему.

Представимъ себѣ теперь шаръ величиною съ землю. Допустимъ что центръ этого шара безконечно плотнѣе, нежели всѣ его остальные части, что вся масса сосредоточена, слѣдовательно, въ центрѣ. Пусть, далѣе, шаръ этотъ вращается около оси съ той же скоростью, съ какою земля совершаетъ одинъ оборотъ около своей оси, т. е., въ 23 часа 56 минутъ. Вычисленіе показываетъ, что шаръ этотъ долженъ превратиться въ сфероидъ со сплюснутостью въ $\frac{1}{578}$. Эта сплюснутость вдвое меньше дѣйствительной сплюснутости земли. Причину этой разницы найти нетрудно. Въдъ мы допустили, что центръ земли обладаетъ безконечно-большой плотностью. Другими словами, что только центръ обладаетъ массой, а остальные части земли лишены ея. Но такое допущеніе представляетъ только предѣльный случай, котораго дѣйствительность никогда не можетъ достигнуть. А, во-вторыхъ, мы допустили также, что вращеніе земли всегда оставалось тѣмъ же самымъ, какъ и нынѣ. Но и это предположеніе невѣрно. Какъ мы еще увидимъ ниже, вращеніе нашей планеты должно непрестанно замедляться. Теперь спрашивается: какъ велико должно быть время вращенія земли, чтобы, при допущеніи безконечно большой плотности ея центра, можно было получить дѣйствительно найденную сплюснутость? Вычисленіе показываетъ, что это возможно въ томъ случаѣ, если земля будетъ совершать одинъ оборотъ около своей оси въ $17\frac{1}{4}$ часовъ. Но если бы земля обладала во всѣхъ своихъ пластахъ совершенно одинаковой плотностью, то, при продолжительности вращенія въ $17\frac{1}{4}$ часовъ, сплюснутость земли достигала бы значительной величины почти въ $\frac{1}{120}$. Но каковъ бы ни былъ законъ возрастанія плотности земныхъ пластовъ въ направленіи къ центру, возрастаніе это, несомнѣнно, должно лежать между двумя предѣлами: нулемъ и безконечностью. Другими сло-

вами, истинное состояніе земли лежитъ между двумя такими предѣлами: шаръ съ равномерной плотностью во всѣхъ пластахъ и шаръ съ бесконечно плотнымъ центромъ. Каково бы ни было дѣйствительное состояніе земли между этими предѣлами, земля ни въ какомъ случаѣ не можетъ, слѣдовательно, совершать одинъ оборотъ около своей оси быстрѣе, нежели въ $17\frac{1}{4}$ часовъ. Вѣдь иначе сплюснутость земли была бы больше, нежели она есть въ дѣйствительности. Въ настоящее время продолжительность вращенія земли равняется 23 часамъ 56 минутамъ. Слѣдовательно, какъ бы долго ни существовала уже земля до нынѣшняго дня, она не успѣла еще замедлить своего вращенія на $6\frac{3}{4}$ часа.

Допустимъ, что намъ даны три величины: продолжительность вращенія, сплюснутость и законъ нарастанія плотности. Математика показываетъ, что, разъ двѣ величины изъ нихъ даны, то третью величину легко уже найти путемъ вычисленія. Этимъ путемъ нашли, напр., что если для вращенія и сплюснутости взять ихъ нынѣшнія величины, то квадратъ плотности внутреннихъ пластовъ измѣняется, какъ давленіе. Но вѣдь въ прошлую эпоху, когда образовывалась сплюснутость, продолжительность вращенія была короче, нежели въ настоящее время. Поэтому найденный законъ нарастанія плотности не соотвѣтствуетъ дѣйствительному. Во всякомъ случаѣ, не подлежитъ сомнѣнію, что нарастаніе плотности земли съ приближеніемъ къ центру должно быть чрезвычайно большимъ. Объ этомъ свидѣлствуетъ также значительная средняя плотность земли. Въ извѣстномъ смыслѣ, слѣдовательно, дѣйствительность приближается къ допущенному нами случаю: центръ, обладающій бесконечно-большой плотностью. Другими словами, истинная продолжительность вращенія заключалась между $17\frac{1}{4}$ и 24 часами. Какъ мы уже неоднократно упоминали, мы не знаемъ закона нарастанія плотности съ приближеніемъ къ центру земли. Поэтому остается только воспользоваться теоріей вѣроятности. Согласно ея правиламъ, самой вѣроятной первоначальной продолжительностью вращенія будетъ средняя величина между $17\frac{1}{4}$ и 24 часами, или $20\frac{6}{10}$ часа. Эта величина не особенно сильно отклоняется отъ истинной величины. Это можно доказать при помощи вычисленія. *Лапласъ* сдѣлалъ

извѣстныя, довольно вѣроятныя, предположенія относительно сжатія внутреннихъ массъ земли. Принимая продолжительность вращенія въ 24 часа, онъ получилъ для сплюснутости $\frac{1}{360}$. Эта величина меньше истинной сплюснутости. Я также произвелъ это вычисленіе. Я внесъ въ него одно измѣненіе: я взялъ тѣ же условія, что и *Лапласъ*, но искомой величиной являлась уже не сплюснутость, а продолжительность вращенія, соотвѣтствующая истинной сплюснутости. Въ результатѣ я получилъ величину въ $21\frac{1}{2}$ часъ. Какъ видите, результатъ этотъ очень мало разнится отъ указаннаго выше. Во всякомъ случаѣ, различіе это меньше, нежели этого можно было ожидать при столь совершенно отличныхъ способахъ вычисленія. Дѣйствительно, принимая данную величину въ $20\frac{6}{10}$ часа, мы не впадаемъ въ большую ошибку. Вѣдь не можетъ подлежать сомнѣнію, что первоначальная продолжительность вращенія была гораздо меньше нынѣшней и гораздо больше предѣльной въ $17\frac{1}{4}$ часа. Если бы теперь удалось найти среднюю величину замедленія земного вращенія для опредѣленнаго періода времени, то тѣмъ самымъ вопросъ о хронологическомъ возрастѣ земли былъ бы разрѣшенъ.

Почти до новѣйшаго времени думали, что скорость вращенія земли нисколько не измѣнилась за историческое время. Этотъ взглядъ опирался, главнымъ образомъ, на изслѣдованіе *Лапласа* относительно средняго движенія луны. Я хочу попытаться изложить коротко принципъ этихъ изслѣдованій. Уже *Галлей* пришелъ къ выводу, что среднее движеніе луны со временъ греческаго астронома *Гиппарха* сдѣлалось быстрѣе. Но тщетно самые выдающіеся геометры того времени старались выяснитъ причину этого изумительнаго явленія. Среднее суточное движеніе луны, есть не что иное, какъ та дуга на небѣ, которую луна въ среднемъ описываетъ ежедневно. Допустимъ, что луна пробѣгаетъ въ теченіе сутокъ дугу ровно въ 13 градусовъ. Допустимъ, далѣе, что вращеніе земли замедлилось внезапно на $\frac{1}{13}$, т. е., что сутки внезапно удлинлись на $\frac{1}{13}$ долю. Это необходимо должно отразиться на среднемъ движеніи луны: луна станетъ пробѣгать теперь въ теченіе сутокъ путь, на $\frac{1}{13}$ болѣе прежняго своего пути. Намъ будетъ казаться, что среднее

движеніе луны словно ускорилось на $\frac{1}{13}$. Такимъ образомъ уже во времена *Галлея* можно было объяснить ускореніе средняго движенія луны замедленіемъ земного вращенія. Однако, это послѣднее считалось неизмѣннымъ. Дѣйстви-тельно, *Лапранжэ* доказалъ въ послѣдствіи, что въ данномъ случаѣ имѣется одно обстоятельство, которое независимо отъ измѣненія земного вращенія ускоряетъ движеніе луны. Обстоятельство это есть уменьшеніе эксцентриситета земной орбиты. Правда, большая полуось земной орбиты остается неизмѣнной. Но вслѣдствіе общаго воздѣйствія планетъ эллиптическая форма земной орбиты все болѣе и болѣе уменьшается и постепенно приближается къ круговой. Благодаря этому солнце въ среднемъ нѣсколько приближается къ центру движенія луны, тяготѣніе луны къ землѣ въ общемъ возрастаетъ, и окружность лунной орбиты уменьшается соотвѣтствующимъ образомъ. Это уменьшеніе лунной орбиты становится замѣтнымъ для наблюдателя. Выражается оно въ томъ, что луна всегда занимаетъ на небѣ мѣсто впереди того, какое она занимала бы безъ этого нарушающаго вліянія, зависящаго отъ уменьшенія эксцентриситета. Это вполне согласуется съ наблюденіями. Но теперь спрашивается: соотвѣтствуетъ ли также уменьшенію эксцентриситета земной орбиты величина ускоренія средняго движенія луны? На этотъ вопросъ можно отвѣтить только съ помощью высшаго анализа, поскольку онъ находитъ себѣ примѣненіе къ теоріи нарушеній. *Лапласъ* произвелъ необходимыя изслѣдованія съ такою полнотой, что задача эта могла казаться рѣшенной. Путемъ сокращеннаго приѣма онъ нашелъ для величины ускоренія средняго движенія луны выраженіе $10,72 t^2$ секунды. Буква t означаетъ здѣсь число столѣтій, протекшихъ съ 1750 г. Вслѣдствіе ускоренія движенія луны измѣняется главнымъ образомъ положеніе луны на небѣ. Этимъ положеніемъ луны на небесномъ сводѣ обуславливаются солнечныя и лунныя затменія. Поэтому старинныя наблюденія затменій служили прекраснымъ средствомъ опредѣлить величину указаннаго ускоренія исключительно путемъ наблюденій. Такимъ именно образомъ *Ганзенъ* нашелъ для этого величину въ 12,18 секунды. Слѣдовательно, разница между этой величиной и той, которая была найдена *Лапласомъ* теоретическимъ

путемъ, очень незначительна: она выражается всего лишь въ 1,56 секунды. Отсюда, слѣдовательно, легко было придти къ такому выводу: измѣненіе эксцентриситета земной орбиты служить единственной и вполне достаточной причиной ускоренія въ движеніи луны. Но найденный *Лапласомъ* результатъ позволилъ сдѣлать еще одинъ дальнѣйшій и важный выводъ. Этотъ выводъ гласитъ: за послѣднія 2000 лѣтъ продолжительность сутокъ (вращеніе земли) не измѣнилась даже на сотую долю секунды. Если бы продолжительность вращенія земли возрасла на эту величину, то вѣковое движеніе луны въ настоящее время было бы на 2000 секундъ больше, нежели 2000 лѣтъ тому назадъ. Но наблюденія не показываютъ этого.

Адамсъ и *Делонэ* впервые подвергли сомнѣнію правильность построеній *Лапласа*. Оба они, независимо другъ отъ друга, дали дальнѣйшее развитіе математическому выраженію ускоренія движенія луны. Найденная ими величина оказалась почти вдвое меньше величины, установленной *Лапласомъ*. Оба названныхъ астронома получили для вѣкового ускоренія въ среднемъ движеніи луны величину въ 6,11 секунды. Подробное выясненіе этого вопроса подтвердило правильность произведеннаго ими вычисленія. Но теперь оказалось, что однимъ измѣненіемъ эксцентриситета земной орбиты совершенно уже невозможно объяснить движеніе луны. Тутъ необходимо должна воздѣйствовать еще какая-то другая причина. Единственно возможной причиной здѣсь признается замедленіе вращенія земли.

Какая же причина обуславливаетъ это замедленіе вращенія земли? Такой причиной служитъ притяженіе, оказываемое луною на жидкія части земной поверхности. Благодаря притяженію луны во время прилива ежедневно на землѣ приводится въ движеніе около 120 кубическихъ миль воды. Развивающееся благодаря этой водной массѣ треніе и вызываетъ замедленіе вращенія земли.

Англійскій математикъ *Адамсъ* вычислилъ, что, вслѣдствіе тренія приливной волны, земля въ теченіе столѣтія отстаетъ приблизительно на 22 секунды отъ совершенно правильно идущихъ часовъ. Къ совершенно такому же результату пришелъ *Жоржъ Дарвинъ*, вычисляя вѣковое ускореніе средняго

движенія луны. Такимъ образомъ, вслѣдствіе замедленія земного вращенія столѣтіе становится длиннѣе на 22 секунды. Въ то же время, каждый отдѣльный день удлинняется на 0,00000003 секунды. Столѣтіе содержитъ въ себѣ 36.525 дней. Поэтому сутки удлинняются въ столѣтіе на 0,001 секунды, или въ 100.000 лѣтъ на 1 секунду.

Величина замедляющаго дѣйствіе зависитъ отъ массы приливной волны. Эта послѣдняя, въ свою очередь, обусловливается: 1) массой луны, 2) разстояніемъ луны, 3) радіусомъ земли и 4) глубиною океана. Изъ этихъ четырехъ факторовъ первые три можно считать безусловно постоянными. Поскольку дѣло зависитъ отъ нихъ, масса приливной волны во всѣ времена оставалась одинаковой. Этого нельзя сказать о четвертомъ факторѣ, глубинѣ океана. Въ высшей степени вѣроятно, что глубина эта измѣнялась въ различные геологическіе періоды. Во всякомъ случаѣ, можно принять, что средняя глубина океановъ никогда особенно сильно не отклонялась отъ извѣстной средней величины. Дѣйствительно, количество воды въ океанѣ чрезвычайно велико. Если бы всѣ материки погрузились ниже уровня океана, то, все же, глубина его осталась бы значительной. При такихъ условіяхъ можно вообще утверждать, что указанная величина замедленія вращенія земли представляетъ среднюю величину для всего прошлаго.

Теперь уже легко опредѣлить возрастъ земли въ годахъ. Для этого достаточно сопоставить эту величину съ указанной выше величиной первоначальнаго вращенія земли. Первоначальная продолжительность вращенія равнялась $20^{\frac{6}{10}}$ часа. Замедленіе въ общемъ составляетъ, слѣдовательно, $3^{\frac{2}{3}}$ часа или, круглымъ счетомъ, 12.000 секундъ. Но въ 100.000 лѣтъ замедленіе составляетъ, какъ мы знаемъ, 1 секунду, или 12.000 секундъ въ 12.000×100.000 лѣтъ, т. е., въ 1200 милліоновъ лѣтъ. Это послѣднее число и даетъ намъ возрастъ земли. Но въ этомъ вычисленіи не принято во вниманіе то время, когда земля хотя и была уже покрыта твердой корой, но эта послѣдняя была еще настолько горяча, что вода носилась въ земной атмосферѣ въ видѣ паровъ. Вѣдь пока не образовалась вода и не покрыла въ видѣ океановъ землю, до тѣхъ поръ, естественно, луна не могла вызывать приливовъ. Но

этотъ промежутокъ времени, несомнѣнно, былъ коротокъ въ сравненіи со всѣмъ возрастомъ земли. Вѣдь земныя горныя породы вообще являются плохими проводниками тепла. Такъ, напр., въ Исландіи можно наблюдать, какъ внутри толстаго слоя лавы вся масса находится еще въ раскаленномъ состояніи, тогда какъ снаружи, на разстояніи какихъ-нибудь двухъ-трехъ метровъ, лежитъ снѣгъ. Такъ и земная кора довольно быстро остыла, и вода могла уже осѣдять на нее изъ носившихся въ атмосферѣ паровъ. *Вильямъ Томсонъ* путемъ остроумнаго анализа далъ математическое доказательство справедливости сказаннаго. Онъ доказалъ, что уже въ ранній періодъ, когда земля покрылась уже твердой корой, вліяніе внутренней теплоты на кору нашей планеты скоро стало совсѣмъ ничтожнымъ. Почва и атмосфера охладилась быстро, и океаны образовались гораздо раньше въ исторіи земли, нежели это прежде думали.

Я долженъ, однако, прямо заявить, что приведенное выше вычисленіе представляетъ собой лишь совершенно грубое опредѣленіе возраста земли. Да оно и понятно по характеру самой задачи. Я нисколько не скрываю условнаго характера основной предпосылки всего вычисленія.

Остановимся на минуту на томъ вліяніи, какое луна оказываетъ на вращеніе земли. Мы знаемъ, что дѣйствіе луны сводится къ тому, что вращеніе земли все болѣе и болѣе замедляется. Въ этомъ случаѣ легко придти къ выводу, что замедленіе это будетъ возрастать до тѣхъ поръ, пока земля не начнетъ заканчивать оборотъ около оси въ то же самое время, какое необходимо лунѣ, чтобы совершить одинъ оборотъ вокругъ земли, или, скорѣе, вокругъ ихъ общаго центра тяжести. А, въ концѣ концовъ, луна и земля всегда будутъ обращены другъ къ другу одной и той же стороной. Луна давно уже достигла этого состоянія. Луна обращена къ намъ всегда одной и той же стороной. Время вращенія вполнѣ совпадаетъ у нея со временемъ ея обращенія вокругъ земли. Въ этомъ отношеніи самыя точныя наблюденія не могли открыть никакой разницы, никакой *физической либраціи* луны. Существуютъ, конечно, *кажущіяся* либраціи луны. Благодаря этимъ послѣднимъ мы можемъ

видѣть то у одного, то у другого края луны извѣстную часть противоположнаго полушарія. Но эти колебанія сюда не относятся. Слѣдовательно, время вращенія луны около оси равняется среднему времени обращенія ея вокругъ земли. Но эта средняя скорость движенія луны, въ свою очередь, измѣняется. Мы знаемъ уже, что происходитъ это вслѣдствіе измѣненія эксцентриситета земной орбиты. Измѣненіе это подчинено періоду приблизительно въ 30.000—40.000 лѣтъ. Слѣдовательно, продолжительность вращенія луны точно также должна нѣсколько измѣняться въ теченіе этого громаднаго періода. Вѣдь иначе луна не могла бы быть всегда обращена къ намъ одной и-той же стороною. Это замѣчательное совпаденіе обоихъ названныхъ движеній луны доказываетъ, что нѣкогда земля порождала на лунной поверхности явленія прилива и отлива. Именно благодаря этому притяженію земли время вращенія луны стало совпадать со временемъ ея обращенія. Но это должно было произойти въ то время, когда луна представляла еще огненно-жидкую массу, или когда поверхность ея была покрыта большими и глубокими океанами. А въ настоящее время луна давно уже превратилась въ твердую массу. Благодаря этому земля ни въ какомъ случаѣ не можетъ уже порождать на ея поверхности явленій, подобныхъ приливу и отливу. Попробуемъ вычислить величину приливной волны, которая должна была образоваться на совершенно жидкомъ шарѣ луны благодаря притяженію земли. Мы найдемъ въ этомъ случаѣ, что средняя высота прилива достигала здѣсь 130—140 футовъ. Но эта громадная масса должна была оказывать вращенію луны значительное сопротивленіе. Поэтому нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что вращеніе луны давно уже достигло крайней границы замедленія. А земля еще очень далека отъ этого предѣла. Существованіе вѣкового измѣненія средняго вращенія луны доказываетъ также, что луна не можетъ быть вполне шарообразной, что она должна быть, скорѣе, нѣсколько вытянута въ направленіи къ землѣ. Такимъ образомъ луна, вѣроятно, отвердѣла лишь послѣ того, какъ время ея вращенія сравнялось со временемъ обращенія. Слѣдовательно, это отклоненіе отъ шарообразной формы есть не что иное какъ застывшая волна. Величина этого отклоненія

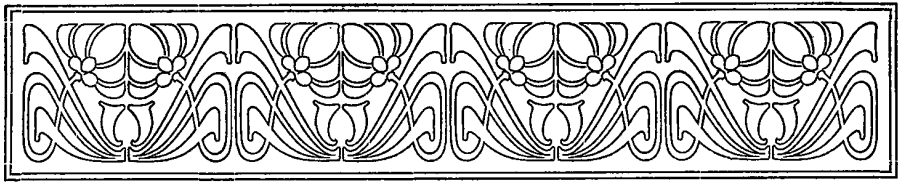
отноудь не говоритъ противъ такого предположенія. Дѣйствительно, вздутіе достигаетъ всего только 1000 футовъ. А если, къ тому же, допустить, что отвердѣніе луны началось съ ея центра, то такое отклоненіе вполнѣ подтверждается теоріей.

Но какъ бы тамъ ни было, одно, во всякомъ случаѣ, не подлежитъ сомнѣнію: земля замедлила вращеніе луны до крайняго предѣла. Но такое же вліяніе луна окажетъ со временемъ и на вращеніе земли, и продолжительность послѣднaго должна будетъ сравняться съ продолжительностью луннаго вращенія. Но что же будетъ тогда? Не только луна, но и солнце поражаетъ на землѣ явленіе прилива и отлива. Только дѣйствіе солнца вдвое слабѣе. Солнце точно также стремится замедлить вращеніе земли. Если бы у земли не было луны, то дѣйствіе солнца могло бы, въ концѣ концовъ, сравнять продолжительность вращенія земли съ продолжительностью ея обращенія вокругъ солнца. Но луна оказываетъ болѣе значительное вліяніе на приливъ. Она до тѣхъ поръ поддерживаетъ это вліяніе солнечнаго притяженія, пока вращеніе земли и вращеніе луны не сравняются по своей продолжительности. А съ этого момента луна начнетъ противоѣдѣствовать солнцу и уничтожитъ, наконецъ, совершенно его вліяніе, какъ болѣе слабое. Но какіе громадныя промежутки времени должны протечь, прежде чѣмъ вращеніе земли не замедлится благодаря притяженію луны до своего крайняго предѣла! Кружится голова, когда подумаешь объ этихъ громадныхъ промежуткахъ времени! Да и невѣроятно, чтобы дѣйствіе луны продолжалось такъ долго. Пусть даже солнечная система просуществуетъ еще цѣлыя сотни милліардовъ лѣтъ. Вѣдь солнце, во всякомъ случаѣ, тогда уже погаснетъ. Ея свѣтъ и тепло изсякнутъ передъ этой необычайной громадой лѣтъ, которая какъ бы насмѣхается надо всякой вѣчностью. А погаснетъ солнце, творящее тепло,—весь земной шаръ превратится въ пустыню, и вода превратится въ ледъ. Тогда само собою прекратится приливное дѣйствіе луны, а тѣмъ самымъ будетъ положенъ конецъ замедленію вращенія земли.

На этомъ я закончу здѣсь. Изъ глубинъ сѣдого прошлаго

мы поднялись къ тому, что окружаетъ насъ нынѣ. Мы проникли взоромъ въ спокойное, но мощное и непрерывное дѣйствіе силы притяженія. Мы бросили взглядъ затѣмъ въ грядущее. Мы должны удовольствоваться этимъ мимолетно брошеннымъ взглядомъ.





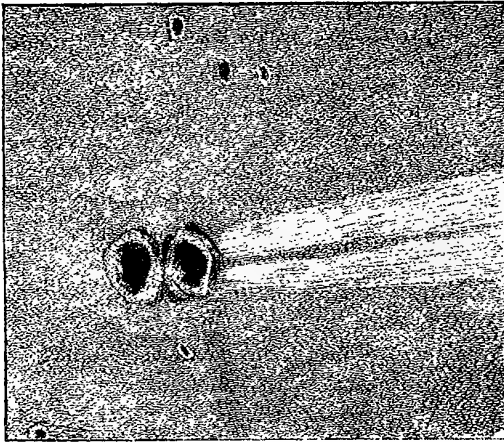
VIII.

Обитаема ли луна?

Вопросъ о жителяхъ луны въ настоящее время не можетъ быть рѣшенъ путемъ прямого наблюденія.—Умозрѣнія *Груйтуйзена* относительно органическихъ существъ на лунѣ.—Луна обладаетъ въ высшей степени тонкой атмосферой.—Туманные покровы на глубокихъ областяхъ лунной поверхности.—Правильное измѣненіе окраски нѣкоторыхъ пятенъ на лунѣ въ связи съ солнечной теплотой.—Возможность существованія низшихъ растительныхъ организмовъ въ извѣстныхъ частяхъ луны.—Температура на лунѣ днемъ и ночью.—Теоретическія изслѣдованія объ этомъ *Гирна*.—Опытныя изслѣдованія *Ланглея*.—Заключеніе.

Есть-ли на лунѣ живыя, мыслящія существа, подобныя людямъ? Этотъ вопросъ чаще всего задается астроному, когда ему приходится вести астрономическую бесѣду съ не-специалистомъ. Нетрудно понять причину этого явленія. Вѣдь луна сравнительно очень близка къ намъ. Астрономическія изслѣдованія очень подробно познакомили насъ съ ея поверхностью. Удастся ли когда-нибудь при помощи величайшихъ телескоповъ и при содѣйствіи микрофотографіи разсмотрѣть на лунной поверхности предметы такихъ же размѣровъ, какъ наше человѣческое тѣло? На этотъ вопросъ въ настоящее время нельзя уже давать отрицательнаго отвѣта съ той же рѣшительностью, какъ это можно было дѣлать нѣсколько десятилѣтій тому назадъ. Но въ дѣйствительности мы очень далеки еще отъ такихъ успѣховъ. Поэтому вопросъ объ обитаемости луны можетъ быть рѣшенъ только косвеннымъ путемъ. Въ первую четверть прошлаго вѣка очень много занимался изученіемъ

луны *Груйтуйзенъ*. Наблюдая различныя образованія на лунной поверхности, онъ считалъ возможнымъ признать въ нихъ слѣды дѣятельности мыслящихъ существъ. Въ особенности привлечь къ себѣ его вниманіе одинъ двойной кратеръ. Отъ одной изъ сторонъ этого кратера тянется широкая, свѣтлая полоса. Именно эта полоса, думалъ онъ, особенно недвусмысленно указываетъ на свое искусственное происхожденіе. На лунныхъ картахъ этотъ двойной кратеръ носить имя *Мессье*. Вотъ изображеніе этого кра-



Кратеръ Мессье.

тера, какимъ я обыкновенно находилъ его при своихъ наблюденіяхъ.

На рисункѣ сверху—югъ, внизу — сѣверъ, направо—востокъ, налѣво — западъ. Кратеры эти, сами по себѣ круглые, кажутся эллиптическими. Они почти одинаковые какъ по своему направленію, такъ и по величинѣ. Но западный кратеръ представляется нѣсколько большимъ. На

восточной сторонѣ можно замѣтить свѣтлый хвостъ, а въ серединѣ его темный промежутокъ. Изъ этихъ двухъ кратеровъ западный носить имя *Мессье*, а восточный называется *Мессье А*. Окружающая сѣрая равнина называется Моремъ Изобилія.

Эта свѣтлая полоса, напоминающая своимъ видомъ хвостъ, дѣйствительно, въ своемъ родѣ чрезвычайно своеобразна. На лунѣ есть много такихъ свѣтлыхъ полосъ. Но ихъ можно замѣтить только въ томъ случаѣ, когда солнце стоитъ высоко надъ даннымъ луннымъ ландшафтомъ. Между тѣмъ какъ полосу *Мессье* можно видѣть тотчасъ же послѣ восхода солнца. Точно также полоса эта, повидимому, состоитъ изъ прямыхъ свѣтлыхъ линій, между которыми просвѣчиваетъ болѣе темная почва луны.

Груйтуйзену казалось даже, что эти линіи, въ свою очередь, составлены изъ свѣтлыхъ точекъ. Иногда темнаго промежутка въ серединѣ хвоста какъ бы совсѣмъ не было. 13-го февраля 1826 г. онъ видѣлъ, что эта темная полоса прерывается нѣсколько болѣе свѣтлыми мѣстами. Онъ замѣчаетъ по этому поводу: „Мнѣ казалось, мѣста эти иногда мѣняютъ свое положеніе“. Кромѣ того, внѣшній видъ обихъ кратеровъ *Мессье* и *Мессье А* претерпѣваетъ въ высшей степени замѣчательныя измѣненія, повторяющіяся періодически. Это наблюдалъ уже *Груйтуйзенъ* и удивлялся этому. Впослѣдствіи *Медлеръ*, составляя свою большую карту луны, изумлялся какъ разъ обратному явленію. Оба кратера поразительно походили другъ на друга во всѣхъ отношеніяхъ. Величина поперечника, форма, высота и глубина, окраска внутреннихъ частей, а также кольцообразнаго вала, даже положеніе отдѣльныхъ вершинъ на немъ— все это представляло полное совпаденіе. Невольно зарождалась мысль, что тутъ передъ нами или поразительная игра случайности, или проявленіе еще невѣдомаго намъ закона природы. Но я долженъ сказать, что въ настоящее время, этого совпаденія обоихъ кратеровъ уже нѣтъ. Фактъ этотъ, конечно, въ высшей степени поразителенъ. Что же касается взглядовъ *Груйтуйзена*, то вотъ что говоритъ онъ въ своей статьѣ: „О слѣдахъ органическихъ существъ на поверхности луны“: „Неизбѣжнымъ критеріемъ служить невозможность объяснить существенныя явленія изъ закономѣрной необходимости неорганической природы. Только эта необъяснимость даетъ увѣренность, что явленія порождены органическими существами. Можно услышать иногда возраженіе, что данное явленіе могло быть вызвано причиной, совершенно для насъ неизвѣстной. Но такъ можетъ разсуждать лишь тотъ, кто совершенно не имѣетъ представленія ни о природѣ, ни о ея законахъ, разъ отсюда изъемяются нѣкоторые механическіе законы. Законы природы имѣютъ силу повсюду, они вѣчны, они только усложняются благодаря тѣмъ причинамъ, которыя приводятъ ихъ въ дѣйствіе. Все это справедливо, слѣдовательно, какъ относительно луны, такъ и относительно всѣхъ міровыхъ тѣлъ.

Слѣдовательно, мы должны объяснять явленіе изъ фи-

зических или химических законов природы, или же признать его совершенно необъяснимымъ. Въдѣ въ наше время всѣ неорганически-физическія причины или ихъ неизмѣнные законы природы настолько хорошо уже извѣстны, что мы въ состояніи распространять ихъ даже на органическія явленія.

Конечно, имѣются и такія явленія, которыя, повидимому, можно было бы объяснить иначе. Хотя въ этомъ случаѣ намъ пришлось бы прибѣгать и къ натяжкамъ, и къ сомнительнымъ положеніямъ, но неорганически-физическими или химическими причинами явленій этихъ объяснить невозможно. Въ такихъ случаяхъ намъ приходится ограничиться простымъ указаніемъ на эти явленія, тамъ, гдѣ „явленія и предположеніе о нихъ даны одновременно“.

Изложивъ всѣ свои наблюденія, въ особенности надъ измѣненіями кратера *Мессье*, онъ продолжаетъ дальше: „Изъ сущности предыдущихъ фактовъ я вывожу только совершенную увѣренность, что на лунной поверхности существуютъ органическія существа. Я не даю указаннымъ фактамъ никакого спеціального объясненія. Въдѣ объясненія эти встрѣтили отрицательное отношеніе со стороны тѣхъ, кто рѣшилъ почитать при своихъ старыхъ взглядахъ или незнаніи. Между тѣмъ какъ въ свое время первый астрономъ - естествоиспытатель *Ольберсъ* высказался о нихъ положительно и съ одобреніемъ. Даже величайшій изъ нѣмецкихъ астрономовъ, *Гауссъ*, занимался разрѣшеніемъ вопроса, какимъ физическимъ путемъ можно было бы завязать сношенія съ обитателями луны. Это служить доказательствомъ, что *Гауссъ* вообще не сомнѣвался въ существованіи обитателей на лунѣ“.

Груйтуйзенъ напоминаетъ, далѣе, о знаменитомъ или, точнѣе, пресловутомъ проектѣ *Гаусса* завести корреспонденцію съ обитателями луны. Объ отношеніи *Гаусса* къ этому вопросу онъ сообщаетъ слѣдующее. „Въ 1825 году—говоритъ онъ—я остановился въ знаменитомъ Геттингенскомъ университетѣ, съ цѣлью побесѣдовать кое съ кѣмъ о нѣкоторыхъ естествонаучныхъ вопросахъ. Я бесѣдовалъ, между прочимъ, съ *Гауссомъ* по поводу его словъ, сообщенныхъ *Циммерманомъ*. *Гауссъ* внесъ въ нихъ нѣкоторыя поправки.



Лунный ландшафтъ съ кратерами.

Оказывается, что *Циммерманъ* повѣдалъ міру его слова на память, лишь спустя много лѣтъ. Кромѣ того, мысль о пифагоровой теоремѣ получила здѣсь недостаточное развитіе. Мысль *Гаусса* заключалась въ слѣдующемъ: Жителямъ луны можно было бы показать на наглядномъ примѣрѣ то геометрическое построеніе, съ помощью котораго обыкновенно доказывается пифагорова теорема. Для этого можно воспользоваться обработкой земли гдѣ-нибудь на большой равнинѣ. Это удобнѣе всего было бы сдѣлать тамъ, гдѣ подданные не являются собственниками обрабатываемой ими земли. Въ этомъ случаѣ легче было бы осуществить самую мысль. Да это и не потребовало бы при такомъ условіи чрезмѣрныхъ затратъ со стороны монарха. Для изображенія квадратовъ и т. д. можно было бы воспользоваться площадями лѣсовъ, которыя кажутся темными въ лунную ночь, и полосами золотисто-желтыхъ хлѣбныхъ полей. *Гауссъ* относился къ этой мысли вполне серьезно. Такъ, онъ придумалъ еще одинъ, болѣе легкій способъ вступить въ сношенія съ жителями луны. Способъ этотъ заключается въ нѣсколько расширенномъ и видоизмѣненномъ примѣненіи изобрѣтеннаго имъ гелиотропа. Приборъ этотъ можетъ служить не только для измѣренія угловъ съ необычайно большими сторонами, но и для подачи телеграфныхъ сигналовъ. По вычисленіямъ *Гаусса*, нѣтъ даже необходимости составлять изъ зеркалъ громадную отражающую площадь, величиною, напр., съ дворъ Геттингенской обсерваторіи. Чтобы жители луны могли узнать о нашемъ существованіи, достаточно черезъ опредѣленные промежутки времени прерывать направленный на нихъ солнечный свѣтъ. Такъ можно сообщить имъ числа, имѣющія большое значеніе въ математикѣ. Таковы, напр., числа 7 и 22, играющія большую роль при измѣреніи площади круга. Лучше всего воспользоваться услугами нѣсколькихъ лицъ, хорошо умѣющихъ пользоваться обыкновенными зеркалами. Эти числа цѣлесообразнѣе всего сообщать обитателямъ луны въ такое время, когда они, навѣрное, смотрятъ на землю (напр., когда наша планета покрываетъ Венеру). Чтобы эти знаки не ускользнули отъ вниманія обитателей луны, необходимо выбрать такой день, когда яркость свѣта, отраженнаго гелиотропомъ, будетъ особенно велика.

Гауссъ предпочиталъ въ этомъ случаѣ вообще математическіе знаки. Онъ исходилъ изъ того соображенія, что какъ у насъ, такъ и у обитателей луны, и у обитателей всѣхъ другихъ міровыхъ тѣлъ могутъ быть общими только самыя основныя математическія понятія и воззрѣнія".—

Возвращаясь, въ частности, къ кратеру *Мессье*, *Груйтуйзенъ* говоритъ: „Хвостъ при восходѣ солнца становится шире, а темная полоса въ серединѣ исчезаетъ. Когда солнце поднимается выше, полосы становятся уже, во всю длину ихъ, по серединѣ, протягивается темная полоса. Все это производитъ впечатлѣніе искусственнаго сооруженія. Невольно возникаетъ мысль объ участіи въ этомъ разумныхъ существъ. Только по аналогіи можно думать, что тутъ мы имѣемъ передъ собой существа, подобныя людямъ. Увѣренности, конечно, здѣсь нѣтъ. Но вѣроятность этого чрезвычайно велика. Можно держать какое угодно пари въ пользу этого допущенія. Что же касается внѣшняго вида этихъ разумныхъ существъ, то на основаніи законовъ природы можно только сказать слѣдующее: грудь у нихъ должна быть шире, нежели у насъ: вѣдь воздухъ на лунѣ чрезвычайно разрѣженъ, и легкія ихъ благодаря этому должны имѣть большій объемъ“.

Трудно не согласиться съ тѣмъ, что все это доказательство чрезвычайно слабо. При всемъ своемъ желаніи я никакъ не могу понять, почему измѣненія во внѣшнемъ видѣ хвоста, соотвѣтствующія различной высотѣ солнца, должны указывать на искусственное сооруженіе, которое можно приписать только разумнымъ существамъ. Такія измѣненія во внѣшнемъ видѣ свѣтлыхъ полосъ отнюдь не рѣдкое явленіе на лунѣ. И, несомнѣнно, ихъ слѣдуетъ приписывать только различному освѣщенію. Точно также легко объяснить и то, что отъ кратера *Мессье* свѣтлая полоса идетъ только въ одномъ направленіи. Стоитъ только вспомнить о нашихъ земныхъ потокахъ лавы, которые въ видѣ лентъ вытекаютъ изъ нѣкоторыхъ кратеровъ. Поразительной особенностью свѣтлой полосы является только одно: ее можно видѣть уже при самомъ восходѣ солнца. Этого нельзя уже сказать относительно всѣхъ остальныхъ свѣтлыхъ полосъ на лунѣ. Это, несомнѣнно, доказываетъ существенно

отличную природу хвоста. Но объ искусственномъ сооруженіи въ данномъ случаѣ и рѣчи быть не можетъ.

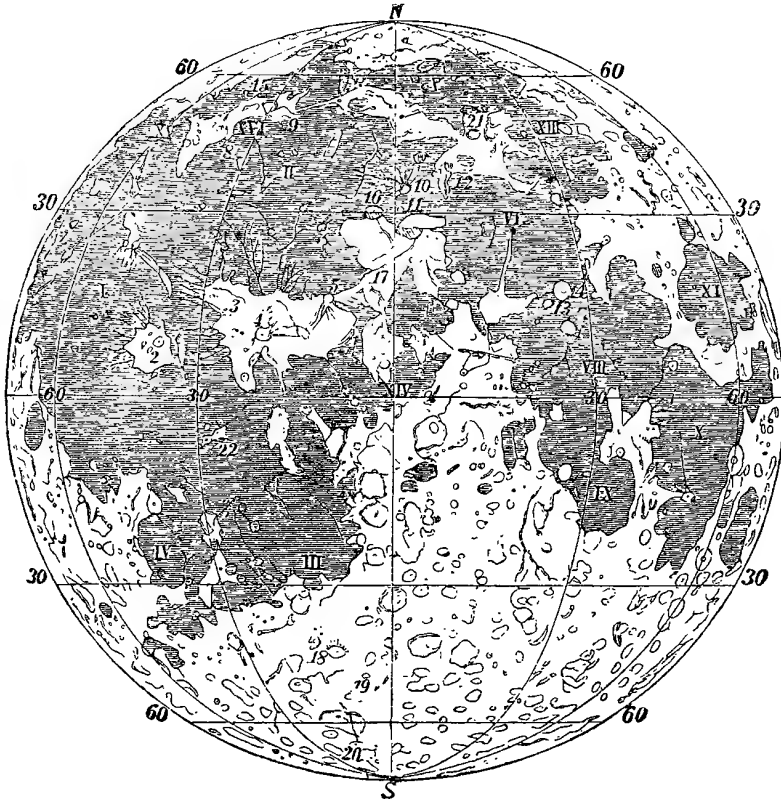
Груйтуйзенъ совершенно не коснулся вопроса объ измѣненіяхъ внѣшняго вида обоихъ кратеровъ. А вѣдь измѣненія эти невольно и въ большей мѣрѣ обращаютъ на себя вниманіе, нежели измѣненія во внѣшнемъ видѣ хвоста. Да, кромѣ того, и объяснить ихъ гораздо труднѣе. Первая попытка объяснить измѣненія внѣшняго вида обоихъ кратеровъ была сдѣлана, повидимому, *Нейсономъ*. Онъ указываетъ, что неправильная форма западнаго кратера обязана своимъ происхожденіемъ обвалу: на сѣверной и южной частяхъ кольцеобразнаго вала обвалъ произошелъ вовнутрь, а на восточной и западной частяхъ—наружу. Обвалъ этотъ долженъ былъ, слѣдовательно, произойти уже послѣ времени *Медлера*. Хотя само по себѣ это не невозможно, однако, я думаю, что наблюденія не говорятъ въ пользу этого. Они указываютъ, скорѣе, на то, что въ кратерѣ *Мессье* со времени *Груйтуйзена* не произошло никакой дѣйствительной физической перемѣны. 13-го августа 1824 года, когда солнце склонялось къ западу надъ кратеромъ *Мессье*, *Груйтуйзенъ* увидѣлъ, что восточный валъ этого кратера прорванъ. Широкое ущелье вело отсюда по направленію къ восточному кратеру. Совершенно то же самое нашелъ онъ 12 марта 1826 года. Въ это время *Мессье* напоминалъ своей формой подкову, такъ какъ восточнаго края не было. Никто изъ позднѣйшихъ наблюдателей луны не упоминаетъ объ этомъ прорывѣ въ восточномъ валу *Мессье*. Только 5 августа 1879 г. *Годиберъ* наблюдалъ закатъ солнца надъ кратеромъ *Мессье* и снова нашелъ этотъ прорывъ. Къ концу этого наблюденія южный валъ кратера *Мессье* исчезъ, и можно было видѣть лишь часть сѣвернаго вала. Во время всего наблюденія сѣверная часть вала казалась выше южной. На этотъ разъ нельзя было замѣтить того разрыва въ направленіи сѣверъ—югъ, который былъ отмѣченъ во время наблюденія 1 августа 1874 г. Восточная сторона кратера *Мессье* оказалась разрушенной. Лучше всего это можно было видѣть при восходѣ солнца надъ этой мѣстностью. Во время интересующаго насъ наблюденія *Годиберъ* видѣлъ, какъ западная тѣнь *Мессье* А падала черезъ прорывъ въ

котловину кратера Мессье. Этотъ западный склонъ кратера, по *Годиберу*, значительно ниже сѣверной и южной части окружающаго вала. Въ то время какъ эти части оставались свѣтлыми, западная сторона казалась темной, и ее съ трудомъ можно было разглядѣть. Скоро она совсѣмъ исчезла. Тѣнь, отброшенная къ свѣтовой границѣ, была изумительна. Она состояла изъ двухъ вѣтвей, которыя возникли, очевидно, благодаря болѣе высокимъ частямъ сѣвернаго и южнаго вала. Южная вѣтвь была длиннѣе, словно южный валъ, вопреки видимости, былъ выше сѣверной части вала. Тѣнь въ самомъ кратерѣ не шла параллельно тѣни сѣверной вѣтви, лежавшей внѣ кратера, а составляла съ нею тупой уголъ.

Было ясно видно, что у кратера Мессье А разрушены какъ сѣверная, такъ и южная части его кольцообразнаго вала. Въ южномъ отверстіи, нѣсколько внутрь, можно было замѣтить рядъ разорванныхъ вершинъ. Получалось впечатлѣніе, словно это результатъ мощнаго разрушенія. Вершины эти были темны, и ихъ съ трудомъ можно было различить. На сѣверной сторонѣ, нѣсколько снаружи прорыва, поднимается свѣтлая гора.

Изъ описанія *Годибера* ясно, что валъ кратера Мессье, по крайней мѣрѣ, на восточной сторонѣ, носилъ совершенно такой же характеръ, какимъ его наблюдалъ 55 лѣтъ до этого *Груйтуйзенъ*. Слѣдовательно, и рѣчи быть не можетъ объ обвалѣ со времени *Медлера*. Мои собственные наблюденія привели меня пока къ такому выводу: часть измѣненій, произошедшихъ на западномъ кратерѣ, въ особенности же его поперечное положеніе, являются только кажущимися. Ихъ легко объяснить неодинаковой высотой вала и разрывомъ на его восточной сторонѣ. Этотъ выводъ въ значительной мѣрѣ подтверждается тѣмъ, что измѣненія эти, согласно моимъ наблюденіямъ, довольно правильно повторяются при извѣстныхъ высотахъ солнца. Но вмѣстѣ съ тѣмъ необходимо допустить, что время отъ времени возникаютъ облачныя образованія, появляющіяся въ котловинѣ западнаго кратера Мессье. Представьте себѣ теперь, что такія туманныя массы распространяются за край кратернаго вала. Для наблюдателя съ земли онѣ будутъ сли-

ваться съ сѣрымъ фономъ окружающей равнины. Въ этомъ случаѣ мы не можемъ, конечно, видѣть кратернаго вала. Но можетъ быть и обратное. Облачныя массы могутъ пе-



Карта луны.

I. Океанъ Бурь. — II. Море Дождей. — III. Море Облаковъ. — IV. Море Влажности. — V. Море Холода. — VI. Море Ясности. — VII. Море Спокойствія. — IX. Море Нектара. — X. Море Изобилія. — XI. Море Кризисовъ. — XIII. Озеро Сновидѣній. — XVI. Заливъ Радуги.

Горы: 2. Кеплеръ. — 3. Майеръ. — 4. Коперникъ. — 5. Эратосфенъ. — 9. Кондаминъ. — 10. Аристоллъ. — 11. Автоликъ. — 12. Кассини. — 13. Плиній. — 16. Архимедъ. — 17. Гюйгенсъ. — 18. Тихо. — 19. Магинусъ. — 20. Ньютонъ. — 21. Аристотель. — 22. Эвклидъ.

реливаться черезъ края кратера. Тогда самый кратеръ будетъ казаться больше, нежели онъ есть на самомъ дѣлѣ. Въ данномъ случаѣ все сводится къ освѣщенію и къ большей или меньшей отчетливости, съ какою туманная масса

обособляется отъ окрестностей. Такимъ именно образомъ можно было бы объяснить замѣчательныя явленія, какія я наблюдалъ въ кратерѣ Мессье. Однако, я долженъ прямо заявить, что вопросъ этотъ далеко еще не выясненъ. Тутъ необходимы еще дальнѣйшія наблюденія. Только тогда можно будетъ придти къ окончательному рѣшенію.

Итакъ, съ моей точки зрѣнія, и рѣчи быть не можетъ объ объясненіи явленій кратера Мессье дѣятельностью разумныхъ существъ на лунѣ. Въ данномъ случаѣ безразлично, возьмемъ ли мы измѣненія внѣшняго вида обоихъ кольцеобразныхъ валовъ или свѣтлую полосу, напоминающую хвостъ. Я не знаю также ни одного факта, который свидѣтельствовалъ бы о дѣятельности разумныхъ существъ на лунѣ. Мнѣ приходилось уже касаться вопроса о существованіи на лунѣ высоко-организованныхъ существъ. Я высказался въ томъ смыслѣ, что поверхность луны, по всей вѣроятности, представляетъ собой опустѣвшую сцену, которую давно уже покинули актеры. Слѣдовательно, въ лучшемъ случаѣ, мы могли бы надѣяться на то, что современъ намъ удастся при помощи нашихъ телескоповъ открыть на лунной поверхности слѣды прежней дѣятельности такихъ существъ. Если только, понятно, они вообще оставили послѣ себя такіе слѣды. Другой совсѣмъ вопросъ: не существуютъ-ли на лунѣ въ настоящее время низшія органическія формы, подобныя низшимъ растеніямъ нашей земли. Посмотримъ теперь, что именно можно сказать въ пользу этого предположенія, и что противъ него.

Прежде всего необходимо замѣтить, что на лунѣ, все же, имѣются слѣды воздушной оболочки. Луна, дѣйствительно, обладаетъ атмосферой. Но плотность ея такъ ничтожна, что, согласно изслѣдованіямъ *Нейсона*, она составляетъ $\frac{1}{300}$ плотности нашей земной атмосферы.

Наша земная атмосфера порождаетъ, какъ извѣстно, явленіе сумерекъ. До восхода солнца, а также послѣ заката верхніе воздушные слои еще отбрасываютъ солнечные лучи. Благодаря этому они освѣщаютъ часть земной поверхности, на которую не попадаютъ прямые солнечные лучи. Много усилій было затрачено, чтобы открыть явленіе сумерекъ и на лунѣ. Такимъ путемъ можно было бы выяснить

вопросъ о существованіи лунной атмосферы. Дѣйствительно, *Шретеръ* наблюдалъ сумеречный свѣтъ на лунѣ. Свои наблюденія онъ производилъ въ то время, когда луна казалась узкимъ серпомъ. Онъ замѣчалъ иногда вблизи роговъ серпа сѣроватый свѣтъ на краю освѣщенной части. Но *Медлеръ* не соглашается съ тѣмъ, что это сумеречный свѣтъ. Онъ такъ объяснялъ это явленіе: освѣщенные верхушки горъ отбрасываютъ часть своего свѣта на лежащія въ глубинѣ долины. Въ особенности же много высокихъ горъ у южнаго рога луны. Дѣйствительно, *Шретеръ* чаще всего наблюдалъ сѣрый сумеречный свѣтъ именно здѣсь. *Медлеръ*, съ своей стороны, никогда не замѣчалъ никакихъ слѣдовъ этихъ сумерекъ. Точно также и я не видалъ ничего подобнаго. Но старый *Шретеръ* былъ слишкомъ хорошимъ наблюдателемъ, такъ что его наблюденій нельзя отвергать на основаніи однихъ общихъ соображеній. Дѣйствительно, *Груйтуйзенъ*, который такъ же, какъ и *Шретеръ*, былъ прирожденнымъ наблюдателемъ, неоднократно наблюдалъ сумеречный свѣтъ какъ на сѣверной, такъ и на южной оконечности серпа луны. Онъ наблюдалъ его также на внутреннихъ поверхностяхъ нѣкоторыхъ кольцообразныхъ горъ. Точно также англійскій наблюдатель *Веббъ* замѣтилъ однажды слѣды такихъ сумерекъ. Наконецъ, братья *Анри* замѣтили слабые, но опредѣленные признаки сумеречнаго свѣта лунной атмосферы. Они пользовались въ этомъ случаѣ громаднымъ телескопомъ Парижской обсерваторіи. Удивительно, что это явленіе сумерекъ наблюдается вообще такъ рѣдко. А вѣдь можно было бы думать, что при одинаковыхъ условіяхъ мы должны были бы видѣть ихъ всегда. Такое возраженіе, дѣйствительно, дѣлалось: указывали на рѣдкость явленія и отсюда заключали, что тутъ передъ нами отнюдь не явленіе сумерекъ. Однако, въ данномъ случаѣ вновь оправдалась старая истина, что опытъ имѣетъ большую цѣнность, нежели тысяча теорій. Говорили такъ: если на лунѣ имѣется атмосфера, порождающая явленіе слабыхъ сумерекъ, то явленіе это должно наблюдаться не случайно. Напротивъ, мы должны были бы видѣть сумерки всегда, такъ какъ и атмосфера существуетъ всегда. Этотъ выводъ, повидимому, [вполнѣ состоятеленъ. Ну, а если ат-

мосфера совершенно неповинна въ появленіи сумерекъ? Такъ оно, по всей вѣроятности, и есть на самомъ дѣлѣ. Опыты *Тиндалля* показали, что совершенно чистый атмосферный воздухъ не отражаетъ и не разсѣиваетъ свѣта. Въ этомъ отношеніи онъ сходенъ съ пустымъ пространствомъ. Отраженіе и разсѣяніе свѣта происходятъ только въ маленькихъ частицахъ, носящихся въ атмосферѣ. Именно эти мельчайшія частицы производятъ явленіе сумерекъ. Тамъ, гдѣ этихъ частицъ нѣтъ, нѣтъ также и отраженія свѣта, нѣтъ и явленія сумерекъ. Если, слѣдовательно, воздухъ на лунѣ бываетъ обыкновенно оптически чистымъ, то мы не можемъ замѣтить здѣсь никакого слѣда сумерекъ. Сумерки появятся лишь въ томъ случаѣ, если въ силу какой-либо причины атмосфера утрачиваетъ свою чистоту. Это возможно или благодаря возникающимъ облачнымъ образованіямъ, или благодаря вулканическимъ испареніямъ. При этомъ условіи появятся слѣды сумеречныхъ явленій. Такимъ путемъ легко объяснить чрезвычайную рѣдкость появленія сумерекъ. Но можно-ли вообще допустить существованіе облачныхъ образованій на лунной поверхности? Не угрожаетъ ли намъ въ этомъ случаѣ опасность: существованіе одного спорнаго явленія доказывать другимъ, столь же спорнымъ явленіемъ? *Медлеръ* въ своемъ большомъ трудѣ о лунѣ, подводя итоги своимъ наблюденіямъ, говоритъ: „Какъ области, примыкающія къ краямъ луны, такъ и части, лежащія около середины, представляются намъ съ одинаковой отчетливостью. Это служитъ серьезнымъ возраженіемъ противъ допущенія не вполне прозрачной среды на лунной поверхности. Дѣйствительно, если разсматривать лунные ландшафты въ одно и то же время и при одинаковомъ освѣщеніи, то всѣ ихъ очертанія вырисовываются одинаково отчетливо. Если кто внимательно разсматривалъ пятна Марса и Юпитера, тотъ не могъ не замѣтить, что области, лежащія за краями этихъ планетъ выступаютъ совершенно неясно. Въ высшей степени вѣроятно, что это зависитъ отъ атмосферы этихъ планетъ, которая ослабляетъ свѣтъ. Несмотря на то, что луна въ тысячи разъ ближе къ намъ, нежели обѣ эти планеты, мы, все же, не замѣчаемъ никакихъ слѣдовъ такой атмосферы

на ея поверхности. Ясно, слѣдовательно, что на лунѣ совершенно отсутствуетъ та причина, которая порождаетъ это



Луна.

Фотографическій снимокъ въ большой рефракторъ Ликовской обсерваторіи (30 августа 1888 г.).

явленіе на обѣихъ этихъ планетахъ. Но разъ нѣтъ атмосферы на лунѣ, то тѣмъ самымъ падаютъ и всѣ дальнѣйшія до-

пушенія о существованіи на лунѣ облаковъ, образованій, напоминающихъ дымъ, туманностей, осадковъ и т. п. На лунѣ нѣтъ, слѣдовательно, и круговорота воды, нѣтъ и самой воды“.

Легко понять, какимъ образомъ *Медлеръ* пришелъ къ такого рода взглядамъ. Онъ производилъ свои наблюденія надъ луной при помощи сравнительно небольшого телескопа. При этомъ онъ обращалъ вниманіе только на болѣе общія черты ея поверхности. Я этимъ отнюдь не хочу сказать, что этотъ превосходный астрономъ производилъ свои наблюденія надъ луной поверхностно. Напротивъ, его работы, посвященныя лунѣ, отличаются основательностью. Но вѣдь *Медлеръ* измѣрилъ и нанесъ на карту всю лунную поверхность менѣе, чѣмъ въ 7 лѣтъ. Вполнѣ естественно, что онъ не имѣлъ возможности заняться болѣе подробнымъ изученіемъ отдѣльныхъ лунныхъ ландшафтовъ. Его работа должна была и могла послужить только основой для такого болѣе подробнаго изученія. Если бы луна имѣла атмосферу, подобную нашей земной атмосферѣ, и если бы въ ней плавали такія же массы облаковъ, какъ у насъ,— то даже при поверхностномъ наблюденіи ихъ легко было бы замѣтить. Но на самомъ дѣлѣ этого нѣтъ. Области, расположенныя близъ края луны, въ дѣйствительности, видны такъ же отчетливо, какъ большія горы въ среднихъ частяхъ луннаго диска. Но возьмите въ руки сильный телескопъ. Остановите свое вниманіе на болѣе низкихъ и болѣе плоскихъ мѣстностяхъ луны. Постепенно вы замѣтите, что здѣсь наблюдаются такія измѣненія въ отчетливости мельчайшихъ подробностей, которыя ни въ какомъ случаѣ не могутъ быть оптическимъ обманомъ. Даже яркость многихъ болѣе плоскихъ мѣстностей на лунѣ подвержена періодическимъ измѣненіямъ. *Медлеръ* ничего этого не замѣтилъ. Эти плоскія мѣстности даже простому глазу кажутся въ полнолуніе темными пятнами. Прежніе наблюдатели луны принимали ихъ за моря и дали имъ соотвѣтствующія имена. Но позднѣе выяснилось, конечно, что эти равнины не могутъ быть морями. Дѣйствительно, среди нихъ можно различить многочисленныя неровности, маленькіе кратеры, холмы, уступы, плоскіе склоны, борозды и т. п.

Здѣсь необходимо отмѣтить лишь, что нѣкоторыя изъ этихъ плоскостей обнаруживаютъ въ теченіе мѣсяца замѣтное измѣненіе въ своей яркости.

Честъ открытія этого замѣчательнаго явленія принадлежитъ гениальному *Груйтуйзену*, который долгое время не встрѣчалъ къ себѣ должнаго отношенія. „Это измѣненіе окраски — говоритъ онъ — заключается въ томъ, что, при восходѣ солнца надъ каждымъ луннымъ горизонтомъ, всякая равнина, безразлично, велика ли она или мала, ровная ли она или неровная, выходитъ бѣлой изъ нѣдръ тринадцатисуточной ночи. Но вотъ солнце поднимается все выше и выше, — и равнина постепенно темнѣетъ. Изъ яркой свѣтло-сѣрой окраска ея переходитъ все болѣе и болѣе въ темно-сѣрую. А когда солнце достигаетъ полуденной высоты надъ равниной, окраска становится совершенно темно-сѣрой. Въ нѣкоторыхъ экваторіальныхъ областяхъ она часто очень сильно приближается къ черному цвѣту. При этомъ я замѣчалъ, что области, ближайшія къ экватору, темнѣютъ раньше другихъ. Затѣмъ настаетъ чередъ тѣхъ, которыя лежатъ на 30^0 ближе къ полюсамъ. А тамъ настаетъ чередъ тѣхъ, что еще дальше отстоятъ отъ экватора. На полюсахъ же прекращается всякое измѣненіе окраски. Это чрезвычайно хорошо выразилъ *Гевелій* въ своихъ изображеніяхъ фазъ луны. На экваторѣ и на разстояніи 10^0 — 20^0 къ югу и къ сѣверу отъ него потемнѣніе держится дольше всего, часто до самаго конца новолунія. Въ другихъ селенографическихъ широтахъ оно исчезаетъ скорѣе. Самое же короткое время темная окраска остается на 50^0 — 65^0 обѣихъ селенографическихъ широтъ.

Только большія равнины на лунѣ, извѣстныя подъ именемъ морей (въ изначальныя времена онѣ, дѣйствительно, и были морями), составляютъ нѣкоторое исключеніе изъ этого правила. Дѣйствительно, однѣ изъ нихъ сѣрѣютъ или бѣлѣютъ нѣсколько раньше, другія — нѣсколько позже. Однако, общій порядокъ въ измѣненіи окраски, въ зависимости отъ селенографической долготы и широты, остается почти неизмѣннымъ для каждаго луннаго дня.

Но нѣкоторыя небольшія мѣстности нѣсколько от-

ступаютъ отъ этихъ правилъ. А нѣкоторыя даже совсѣмъ имъ не подчиняются. Въ такомъ случаѣ имѣетъ силу лишь общій порядокъ: онѣ и выходятъ изъ мрака ночи и снова возвращаются въ него бѣлыми. А раньше или позже этого онѣ становятся темно-сѣрыми или черными. Получается впечатлѣніе, словно различныя мѣстности обладаютъ различной способностью темнѣть подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей.

Всякій физикъ согласится съ тѣмъ, что эти изумительныя явленія противорѣчатъ всѣмъ законамъ фотометріи, и что они возникаютъ подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей. Но одинъ ученый, который не былъ ни физикомъ, ни химикомъ, возразилъ мнѣ на это: на лунной поверхности могутъ лежать такія тѣла, которыя обладаютъ способностью чернѣть или темнѣть подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей. Я тотчасъ же возразилъ на это, что вѣдь солнечный свѣтъ служить какъ разъ для бѣленія полотна, и что обнаженная почва земли не становится темнѣе отъ солнечнаго свѣта. Но, не обладая серьезнымъ опытомъ въ этой области химіи, я далеко не былъ увѣренъ въ справедливости своего мнѣнія. Поэтому я произвелъ такой опытъ. Я взялъ ящикъ, снабженный перегородками и покрытый сверху стеклянной пластинкой. Въ этотъ ящикъ я помѣстилъ всѣ фармацевтическіе препараты. Ящикъ я поставилъ на окно, и большую часть дня препараты оставались разобщенными. И вотъ оказалось, что всѣ препараты подверглись измѣненію (въ томъ числѣ было двухлористое серебро). Въ то же время ни одинъ препаратъ въ теченіе многихъ ночей не вернулся снова къ своей первоначальной окраскѣ. Всѣ они раннимъ утромъ оставались столь же блѣдными и темными, какъ и накануне вечеромъ.

Такимъ образомъ, въ природѣ нѣтъ такого вещества, которое, разъ измѣнившись подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей, снова вернулось бы въ темнотѣ къ своему первоначальному состоянію — *ad integrum*. Меньше всего этого можно было бы ожидать отъ обнаженной почвы луны, которая не можетъ обладать иными качествами, нежели наша земная почва“.

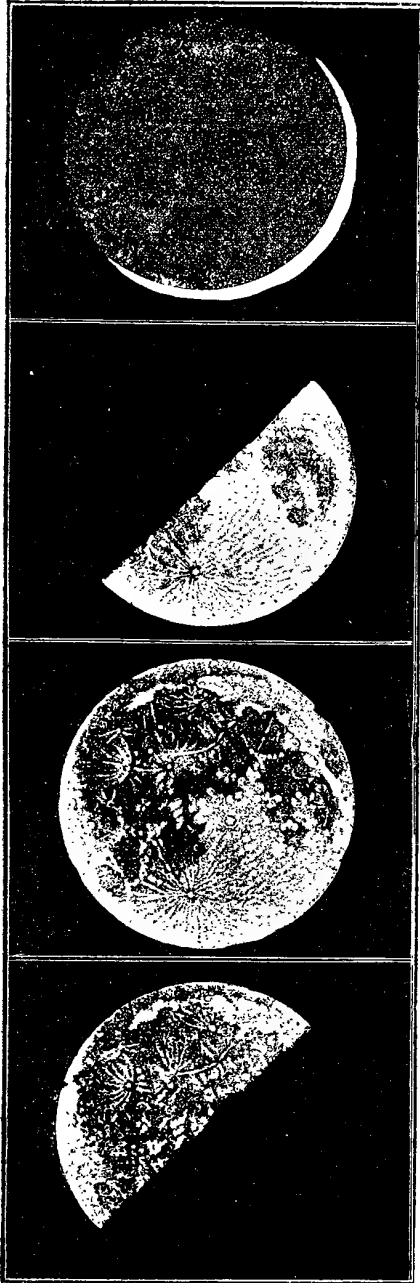
Груйтуйзенъ посвятилъ спеціальную работу этимъ из-

мѣненіямъ въ окраскѣ и яркости темныхъ равнинъ на лунѣ. Да я и самъ впервые обратилъ на это вниманіе благодаря его наблюденіямъ. Для меня не подлежитъ никакому сомнѣнію, что такого рода измѣненія дѣйствительно происходятъ. Но самъ я произвелъ не такъ много наблюденій, чтобы утверждать отмѣченную выше всеобщность этого явленія.

Теперь возникаетъ вопросъ: какъ объяснить эти измѣненія въ яркости? Уже *Груйтуйзенъ* занимался этимъ вопросомъ. Онъ пришелъ къ такому выводу: „Равнины луны бѣлѣютъ въ теченіе ночи, сѣрѣютъ и чернѣютъ при солнечномъ свѣтѣ. Этого явленія рѣшительно нельзя объяснить законами неорганической природы“. Если признать этотъ выводъ правильнымъ, то отсюда прямо слѣдуетъ, что на нѣкоторыхъ частяхъ лунной поверхности существуетъ органическая жизнь. И скорѣе всего здѣсь передъ нами представители растительнаго царства. Уже *Медлера* не разъ поражали замѣчательныя измѣненія въ окраскѣ нѣкоторыхъ мѣстностей на лунѣ съ измѣненіемъ освѣщенія. Въ особенности же его поразило большое, черноватое, нѣсколько расплывшееся пятно около середины луннаго диска. Оно появлялось во время лунной четверти и тогда покрывало даже горныя цѣпи. Вершины этихъ послѣднихъ съ трудомъ можно было различить среди этого пятна. „Это не можетъ быть тѣнью,—говоритъ *Медлеръ*—какъ въ этомъ легко можетъ убѣдиться всякій наблюдатель при первомъ же взглядѣ. Это не могло быть и слѣдствіемъ болѣе тусклаго освѣщенія. Дѣйствительно, ни желтая окраска, ни сѣровато-желтая, ни отчасти ярко-зеленая окраска лунныхъ ландшафтовъ по одной этой причинѣ не можетъ превратиться въ черную. Слѣдовательно, здѣсь передъ нами такая окраска, которая измѣняется періодически вмѣстѣ съ фазами. Повидимому, этого явленія нельзя приписать простому отраженію свѣта. Тутъ необходимо искать иныхъ причинъ. День и ночь на лунѣ суть вмѣстѣ съ тѣмъ лѣто и зима. Поэтому измѣненіе окраски, періодъ котораго совпадаетъ съ обращеніемъ луны, можетъ быть слѣдствіемъ какъ теплоты, такъ и свѣта. Тщательное изученіе такихъ мѣстностей, повидимому, въ состояніи нѣсколько выяснитъ природу и

характеръ физическихъ силъ сосѣдняго намъ міра“. Изъ этихъ словъ уже ясно, что *Медлеръ* пришелъ къ мысли, что въ нѣкоторыхъ частяхъ луны подъ вліяніемъ теплоты могутъ происходить органическія измѣненія. Но вмѣстѣ съ тѣмъ онъ былъ убѣжденъ въ томъ, что на лунѣ, лишенной какъ атмосферы, такъ и воды, невозможны питаніе и растительные процессы. Поэтому онъ не сталъ дальше изслѣдовать этого вопроса, хотя и рекомендовалъ его вниманію наблюдателей. Итакъ, на нѣкоторыхъ лунныхъ ландшафтахъ появляются и исчезаютъ темныя пятна. Пятна эти не суть ни возвышенія, ни углубленія. Они вызываются чѣмъ-то такимъ, что измѣняетъ окраску лунной почвы. Но какъ же именно возникаютъ эти измѣненія? Тутъ возможны различныя гипотезы. Но ни одну изъ нихъ нельзя признать состоятельной. Но вотъ въ другой мѣстности на лунѣ, къ юго-западу отъ громадной кольцеобразной горы Коперника, при высококомъ положеніи солнца, можно замѣтить многочисленныя, очень мелкія темно-сѣрыя точки. Точки эти ни въ какомъ случаѣ не могутъ быть тѣнями. Поэтому необходимо сознаться, что тутъ передъ нами чрезвычайно таинственныя явленія. Явленія эти необходимо изучать и болѣе точно и болѣе продолжительное время. Только тогда возможно будетъ объяснить ихъ.

Вернемся теперь снова къ измѣненіямъ яркости большихъ сѣрыхъ равнинъ на лунѣ. Я долженъ сознаться, что измѣненія эти я могу объяснить только присутствіемъ растительныхъ видовъ. Растенія эти должны развиваться на лунѣ подъ вліяніемъ солнечной теплоты. Объясненіе это находитъ себѣ подтвержденіе въ слѣдующемъ обстоятельстве: нѣкоторыя изъ этихъ равнинъ, въ особенности глубже расположенныя, временами кажутся отчетливо-зелеными. Происходитъ это во время полнолунія, когда солнце, слѣдовательно, въ теченіе болѣе продолжительнаго времени производитъ сильное нагрѣваніе. Другія равнины только время отъ времени становятся зеленоватыми. Получается впечатлѣніе, словно растительность распространяется сильно только въ извѣстные годы. Или же ясность воздуха временами становится такъ значительна, что мы замѣчаемъ окраску. А есть и такія равнины, которыя кажутся красно-



Фазы луны.

1. Узкій серпъ послѣ новолунія.—2. Первая четверть.—3. Полнолуніе.—4. Последняя четверть.

1. вато-коричневыми съ примѣсю желтаго цвѣта. Но, конечно, въ данномъ случаѣ, рѣчь можетъ идти только о самыхъ низшихъ видахъ растительнаго царства. И я далеко не склоненъ населять луну лѣсами, подобными нашимъ земнымъ лѣсамъ. Но противъ этого дѣлались возраженія. Говорили, что на такомъ большомъ разстояніи, какъ разстояніе луны отъ земли, мы рѣшительно не можемъ различать зеленаго цвѣта тамошней растительности. „На такомъ разстояніи—говоритъ *Груйтуйзенъ*—никто не въ состояніи различить лужайки, покрытой растеніями. Зеленые лужайки нашихъ Альпъ, такъ называемыя „альмы“—нагорныя пастбища—отстоятъ отъ Мюнхена на 8—10 миль. Въ ясный полдень, даже при самомъ чистомъ воздухѣ, онѣ кажутся не зелеными, а сѣрыми. А хвойные лѣса здѣсь кажутся черными. (Я самъ наблюдалъ то же самое на небольшихъ разстояніяхъ въ Шварцвальдѣ. Отсюда возникло названіе Шварцвальдъ—„черный лѣсъ“—
- 2.
- 3.
- 4.

для самой сѣверной части Тюрингенскаго лѣса. Точно также и въ баварскихъ Альпахъ хвойный лѣсъ называется Шварцвальдомъ). Во время зари, когда все покрывается краснымъ свѣтомъ, предметы эти кажутся красновато-желтыми (коричневыми). Однажды башня, отстоявшая отъ меня на разстояніи въ четверть мили, была увѣшена гирляндами изъ свѣжей зелени дуба. И вотъ зелень эта при восходѣ солнца казалась темно-оранжевою“.

Не подлежитъ никакому сомнѣнію, что на разстояніи нѣсколькихъ миль нельзя различить даже самой яркой зеленой окраски растеній. Это есть необходимое слѣдствіе неполной прозрачности атмосферы. Когда мы смотримъ на отдаленныя горы, то мы видимъ ихъ естественную окраску черезъ длинный слой воздуха, наполненный многочисленными мелкими частицами. Частицы эти поглощаютъ свѣтъ и отражаютъ его. Такихъ частицъ больше всего въ нижнихъ слояхъ. Общее ихъ дѣйствіе въ горизонтальномъ направленіи на разстояніи нѣсколькихъ миль гораздо значительнѣе, нежели въ вертикальномъ направленіи при прохожденіи свѣта черезъ всю атмосферу. Но я не стану подробно доказывать справедливости этого утвержденія. Для насъ достаточно того факта, что, дѣйствительно, нѣкоторыя лунныя равнины кажутся зелеными, Это явленіе необходимо объяснить. Тутъ можетъ быть выборъ только между двумя предположеніями. Первое предположеніе: эти лунныя равнины состоятъ изъ горной породы зеленого цвѣта, или онѣ покрыты мѣдянкой, или чѣмъ-либо подобнымъ. Второе предположеніе: подъ вліяніемъ солнечной теплоты здѣсь развиваются растительные процессы. По моему мнѣнію, выборъ здѣсь ясенъ. Справедливо, конечно — какъ это можно возразить здѣсь — что на лунѣ нѣтъ достаточной атмосферы, на ней нѣтъ и достаточнаго количества воды, безъ которыхъ невозможно произрастаніе растеній. Но возраженіе это, повидимому, носить, скорѣе, формальный характеръ: самая суть дѣла нисколько имъ не затрагивается. Вѣдь мы не знаемъ, должна ли растительность на лунѣ бороться съ недостаткомъ воздуха и воды, или, быть можетъ, она давно уже приспособилась къ этому обстоятельству. Мы не знаемъ

также, какъ измѣнился бы земной растительный міръ, если бы и здѣсь въ теченіе тысячелѣтій воздухъ и вода уменьшились до того крайняго предѣла, какъ на лунѣ. Мы знаемъ только, что, когда надъ низкими равнинами поднимается солнце, онѣ темнѣютъ и становятся явственно зелеными. Исключеніе составляютъ только нѣкоторыя болѣе свѣтлыя части, которыя обнаруживаютъ несомнѣнную связь съ былой вулканической дѣятельностью. Мы знаемъ, далѣе, что эти болѣе плоскія равнины въ нѣкоторыхъ мѣстахъ имѣютъ видъ наносной земли. Мы можемъ, какъ это очень справедливо замѣчаетъ *Нейсонъ*, на многихъ частяхъ ихъ береговъ замѣтить явственные слѣды дѣйствія воды. Сопоставьте теперь всѣ эти соображенія. Нельзя не придти къ выводу, что зеленая окраска, весьма вѣроятно, обусловливается растительными процессами.

До этого пункта можно вполне соглашаться съ выводами, опирающимися на наблюденіе и аналогію. Но для большей ясности необходимо поставить себѣ такой вопросъ: какъ обстоитъ дѣло съ температурой на лунной поверхности? Какъ высоко поднимается она здѣсь подъ влияніемъ непрерывно изливающихся солнечныхъ лучей днемъ? Какъ глубоко падаетъ она ниже нуля въ теченіе долгой лунной ночи? Отвѣтъ на эти вопросы пытались получать двумя различными способами: путемъ умозаключенія на основаній извѣстныхъ физическихъ законовъ и путемъ прямого наблюденія надъ излученіемъ теплоты на лунѣ. Первымъ путемъ шелъ знаменитый физикъ *Гирнъ* въ Кольмарѣ. Его разсужденія во многихъ отношеніяхъ представляютъ высокій интересъ. Я привожу здѣсь его подлинныя слова. „Рѣдко кто не поддается чувству страха и трепета, когда, взявъ впервые въ руки сильный телескопъ, дающій значительное увеличеніе, броситъ взглядъ на лунную поверхность. Особенно сильное впечатлѣніе производитъ развертывающаяся передъ вами картина въ первую и послѣднюю четверть, когда вы разсматриваете тѣ ландшафты лунной поверхности, которые только что покидаютъ мракъ ночи или же погружаются въ него. Невозможно представить себѣ то изумленіе и ужасъ, что охватили бы насъ, если бы, напр., во время новолунія мы перенеслись на обращенную къ землѣ сто-

рону нашего спутника. Недвижимо висить земля среди небеснаго свода. Ея поперечникъ въ четыре раза больше видимаго нами поперечника луны. Вся залитая лучами солнца, земля освѣщаетъ тогда лунный ландшафтъ такъ же, какъ полная луна освѣщаетъ наши земные ландшафты. Но этотъ свѣтъ полноземелія и богаче и, возможно, ярче свѣта полной луны. Онъ порождаетъ совершенно инныя картины. Вотъ горы и сухія, скалистыя равнины, мѣстами покрытыя льдомъ и другими замерзшими веществами. Вотъ, далѣе, области, освѣщенныя ярко, а рядомъ другія, совершенно черныя. Нѣтъ никакихъ переходовъ между свѣтомъ и тѣнью. Все небо усыяно звѣздами. А кругомъ, помимо этихъ мерцающихъ точекъ, все покрыто глубокимъ мракомъ. Вотъ среди неба нашъ земной шаръ, искрящійся свѣтомъ. Словно въ насмѣшку развертываетъ онъ передъ нашими взорами тысячи разнообразнѣйшихъ картинъ, которыя порождаются въ нашей атмосферѣ облаками. Такая приблизительно картина представилась бы нашимъ глазамъ. Мы невольно поспѣшили бы отвратить свой взоръ отъ нея, дабы вернуться домой, на нашу старую землю“.

„Я сказалъ: такъ какъ у луны нѣтъ никакой атмосферы, то тѣмъ самымъ у нея недостаетъ уже одного изъ условій, необходимыхъ для обитаемости. Но ей недостаетъ и другихъ условій. Условія эти такъ тѣсно связаны между собой, что, разъ недостаетъ двухъ изъ нихъ, а иногда даже одного, то это равносильно отсутствію всѣхъ. У луны нѣтъ никакой замѣтной атмосферы. Но почему? Этотъ вопросъ, быть можетъ, вызоветъ улыбку у читателя. А кое-кто рѣшится даже заявить мнѣ: что же знаете вы объ этомъ? Отвѣтъ, между тѣмъ, очень простъ. Многіе выдающіеся физики, и среди нихъ прежде всего *Пулье*, занимались опредѣленіемъ температуры мірового пространства. *Пулье* нашелъ, что она лежитъ по меньшей мѣрѣ, на 170° ниже нуля. Но здѣсь возникаетъ прежде всего такой вопросъ: что слѣдуетъ понимать подъ температурой мірового пространства? Да существуетъ-ли вообще таковая?

Во многихъ своихъ работахъ по термодинамикѣ я опредѣлялъ температуру, какъ интенсивность тепловой силы въ данномъ тѣлѣ. Отсюда слѣдуетъ, что тамъ, гдѣ нѣтъ

никакой матеріи, собственно не можетъ быть никакой температуры. Міровое пространство свободно отъ матеріи. Поэтому оно не можетъ также обладать температурой. Не-



Солнечное затмѣніе на поверхности луны.

Темный дискъ—это наша земля, надвигающаяся на солнце.

сомнѣнно, что въ отвѣтъ я тотчасъ же услышу, что такое утверждѣніе, покоящееся на данномъ опредѣленіи температуры, совершенно несостоятельно. Такъ оно и было бы, если бы это опредѣленіе не было получено непосредственно

изъ элементарнѣйшихъ фактовъ. Произведемъ такой опытъ. Помѣстимъ термометръ въ центрѣ большого стекляннаго шара. Выкачаемъ изъ этого шара воздухъ, насколько только это возможно. Затѣмъ шаръ этотъ опустимъ въ теплую воду. Мы тотчасъ же увидимъ, что ртуть термометра начнетъ медленно подниматься, пока не достигнетъ, наконецъ, температуры воды. Затѣмъ, вмѣсто того, чтобы опускать шаръ въ теплую воду, подвергнемъ его дѣйствию солнечныхъ лучей. Термометръ снова начнетъ подниматься, хотя стѣнки шара остаются сравнительно холодными. При первомъ опытѣ можно еще было колебаться относительно вывода. При второмъ никакія колебанія уже невозможны. Термометръ показываетъ отнюдь не температуру пустого пространства. Вѣдь эта послѣдняя не можетъ быть выше температуры стеклянной стѣнки. Напротивъ, на приборъ дѣйствуетъ прямое излученіе солнца. Точно такимъ же образомъ обстоитъ дѣло и относительно перваго опыта. И въ этомъ случаѣ ртуть поднимается вслѣдствіе излученія стѣнокъ, пока не достигаетъ температуры воды. Ни одинъ физикъ не сталъ бы утверждать, что въ этомъ случаѣ мы получаемъ температуру совершенно пустого пространства. Отсюда, очевидно, получается такой выводъ: термометръ, помѣщенный въ міровомъ пространствѣ, не можетъ подняться выше абсолютнаго нуля (-273°). На него могло бы еще дѣйствовать общее излученіе всѣхъ солнцъ, разсѣянныхъ по небесному своду, но отнюдь не теплота окружающей матеріальной среды. Я принялъ, что нашъ термометръ случайно помѣщенъ по срединѣ между наиболѣе близкими другъ къ другу звѣздами. Но если мы передвинемся отсюда зачѣтально ближе къ одной изъ этихъ звѣздъ, напр., къ нашему солнцу, то перевѣсъ будетъ принадлежать излученію послѣдняго. Помѣщенный на нѣкоторомъ разстояніи отъ солнца, нашъ термометръ игралъ бы роль совершеннаго актинометра. Разница между его настоящимъ показаніемъ и тѣмъ, какое онъ давалъ въ прежней точкѣ пространства, нисколько не отличалась бы отъ той, какую даютъ наши актинометры, послѣ того, какъ сдѣланы всѣ необходимыя поправки, обусловленныя существованіемъ земной атмосферы. По самымъ точнымъ опытамъ, напр.,

по опытамъ *Ланглея*, эта разница ни въ какомъ случаѣ не превышаетъ 50° . Чтобы найти дѣйствіе одного только солнца, необходимо отнять, слѣдовательно, отъ этого числа термометрическую величину всего излученія всѣхъ остальныхъ звѣздъ. Эта величина, какъ извѣстно, незамѣтна. Другими словами: термометръ, помѣщенный въ міровомъ пространствѣ на такомъ же разстояніи отъ солнца, на какомъ находится отъ него земля, но защищенный отъ дѣйствія солнечнаго излученія, опустился бы почти до абсолютнаго нуля, т. е., на 273° ниже нуля нашего обыкновеннаго термометра. Если бы этотъ термометръ не былъ защищенъ отъ дѣйствія излученія нашего солнца, то онъ поднялся бы на 50° , т. е., до 223° ниже нуля. Само собою разумѣется, что ни одинъ изъ нашихъ термометровъ не пригоденъ для такого опыта: жидкость или газъ, содержащіеся въ нихъ, необходимо замерзли бы. Посмотримъ теперь, что именно происходитъ на лунѣ. Допустимъ прежде всего, что первоначально луна не обладала никакой атмосферой. Во время полнолунія обращенная къ намъ ея сторона бываетъ обращена также и къ солнцу, а противоположная сторона смотритъ въ міровое пространство. Въ то время, какъ первая стремится повысить свою температуру на 50° , вторая стремится достигнуть почти абсолютнаго нуля. Допустимъ, что луна вращается вокругъ своей оси такъ же быстро, какъ земля. Въ такомъ случаѣ, ясно, что почва луны должна будетъ пріобрѣсти извѣстную среднюю температуру между 0° и 50° плюсъ температура, свойственная ея массѣ и происходящая отъ первоначальной теплоты. Въ концѣ концовъ, температура эта остановится на какой-либо точкѣ между 0° и 50° . Но, въ дѣйствительности, луна вращается около своей оси чрезвычайно медленно. Поэтому каждая точка луннаго экватора въ теченіе 14 дней остается среди полнаго мрака и свободно излучаетъ теплоту въ міровое пространство. Точно также каждая точка этого экватора въ теченіе 14 дней получаетъ солнечный свѣтъ: сперва лучи падаютъ очень косо, затѣмъ въ теченіе 3 или 4 дней почти отвѣсно, затѣмъ—снова косо. Въ дѣйствительности, слѣдовательно, здѣсь не можетъ установиться никакая средняя величина. Такъ же, какъ и у земли, температура лунной по-

верхности ни въ какомъ случаѣ не можетъ быть выше температуры внутреннихъ частей. Поэтому эта температура поверхности должна колебаться между температурой абсолютнаго нуля и точкой, которая не достигаетъ 50° выше нуля. Что же касается полярныхъ областей, то легко понять, что ихъ температура должна быть всегда очень близка къ температурѣ абсолютнаго нуля.

Допустимъ теперь иное положеніе вещей. Допустимъ, что луна, подобно землѣ, покрыта океанами, но въ то же время лишена атмосферы. Нѣкоторые физики думаютъ, что если бы земля была лишена атмосферной оболочки, то морская вода разсыялась бы въ пространствѣ въ видѣ пара. Но этого отнюдь не можетъ быть. И это одинаково справедливо какъ относительно земли, такъ и относительно луны. Перенесемъ мысленно къ той эпохѣ, когда поверхность луны обладала еще замѣтной собственной теплотой. Посмотримъ теперь, опираясь на самыя точныя данныя физики, какія именно явленія должны были совершаться тогда на нашемъ спутникѣ. Допустимъ прежде всего, что температура почвы и моря равнялась 100° , т. е., что она была выше абсолютнаго нуля на 373° . Предположеніе это мы дѣлаемъ только для того, чтобы придать опредѣленный характеръ представленіямъ. Въ дѣйствительности, конечно, это невозможно. Вода дошла бы тогда до состоянія кипѣнія. Она до тѣхъ поръ стала бы развивать пары, пока давленіе столба жидкости не уравнилось бы вполне упругости паровъ. Это наблюдалось бы при давленіи въ 10.333 килограммовъ на 1 квадратный метръ. Луна была бы окутана тогда атмосферой изъ водяныхъ паровъ. Температура ихъ понижалась бы, какъ и въ нашемъ воздушномъ океанѣ, по мѣрѣ того, какъ мы поднимались бы надъ его уровнемъ. Я замѣтилъ, что сдѣланное нами выше предположеніе фактически невозможно. Дѣйствительно, допущенное нами состояніе равновѣсія не продержалось бы ни одного мгновенія. Полярныя области, какъ мы знаемъ, получаютъ очень мало солнечной теплоты. Въ то же время онѣ непрестанно излучаютъ ее въ міровое пространство. Равнымъ образомъ и экваторіальныя области почти на 14 дней погружаются во мракъ ночи. Поэтому, какъ по-

лярныя, такъ и экваторіальныя области стали бы сильно охлаждаться. Въ то же время образовалось бы много осадковъ. Согласно хорошо извѣстному физическому принципу, вся масса парообразной атмосферы отнюдь не могла бы сохранить температуры въ 100^0 , какъ мы это предположили на мгновеніе. Скорѣе получилось бы слѣдующее: въ тѣхъ частяхъ, которыя освѣщены солнцемъ, вода пришла бы въ состояніе кипѣнія; мощные потоки паровъ устремились бы какъ въ направленіи обоихъ полюсовъ, такъ и въ направленіи къ экваторіальнымъ областямъ, погруженнымъ во мракъ ночи.

Мы не въ состояніи представить себѣ въ точности силы этихъ явленій. Вслѣдствіе такого характера этихъ явленій общая температура луны понизилась бы. Вода стала бы замерзать прежде всего около полюсовъ, а затѣмъ тотчасъ же и въ экваторіальныхъ частяхъ, погруженныхъ во мракъ ночи. Вся масса луннаго океана постепенно охладилась бы до 0^0 нашей термометрической скалы. Атмосферное давленіе, первоначально достигавшее 760 миллиметровъ, упало бы до того предѣла, какой соотвѣтствуетъ этой новой температурѣ, т. е., приблизительно до 4 миллиметровъ. Въ концѣ концовъ, вся масса воды на лунѣ окончательно замерзла бы. Затѣмъ охлажденіе достигло бы той степени, когда устанавливается равновѣсіе между теплотой, непрерывно излучаемой въ міровое пространство, и той теплотой, которую луна получаетъ отъ солнца. Количество этой послѣдней теплоты то же, что и для земли. По вычисленію Пулье, оно равняется 17,63 колорій въ минуту на квадратный метръ при отвѣсномъ паденіи лучей. Это можно представить и такъ. Выразимъ экваторіальный разрѣзъ луны въ квадратныхъ метрахъ и обозначимъ его черезъ S . Въ такомъ случаѣ, количество теплоты, получаемое всей освѣщенной стороной луны, равно $17,63 \times S$. Но эта цифра есть, очевидно, крайній предѣлъ. Пулье при своихъ опытахъ бралъ черную и матовую поверхность. Поэтому отраженіе лучей не играло въ этомъ случаѣ никакой роли. Но у луны, въ особенности въ тѣхъ ея частяхъ, которыя освѣщаются косыми лучами солнца, значительная часть свѣта и теплоты необходимо должна отражаться. Вся поверхность луны должна была поэтому охладиться значительно ниже точки

замерзанія воды, почти до абсолютнаго нуля. Ясно также, что конечная температура этого мірового тѣла никогда не можетъ быть такъ высока, какъ температура термометра, свободно повѣшеннаго въ міровомъ пространствѣ и подверженнаго съ одной стороны полному дѣйствию солнечнаго излученія. Если допустить температуру на 35° выше абсолютнаго нуля, то, вѣроятно, такая температура будетъ еще слишкомъ высока для луны.

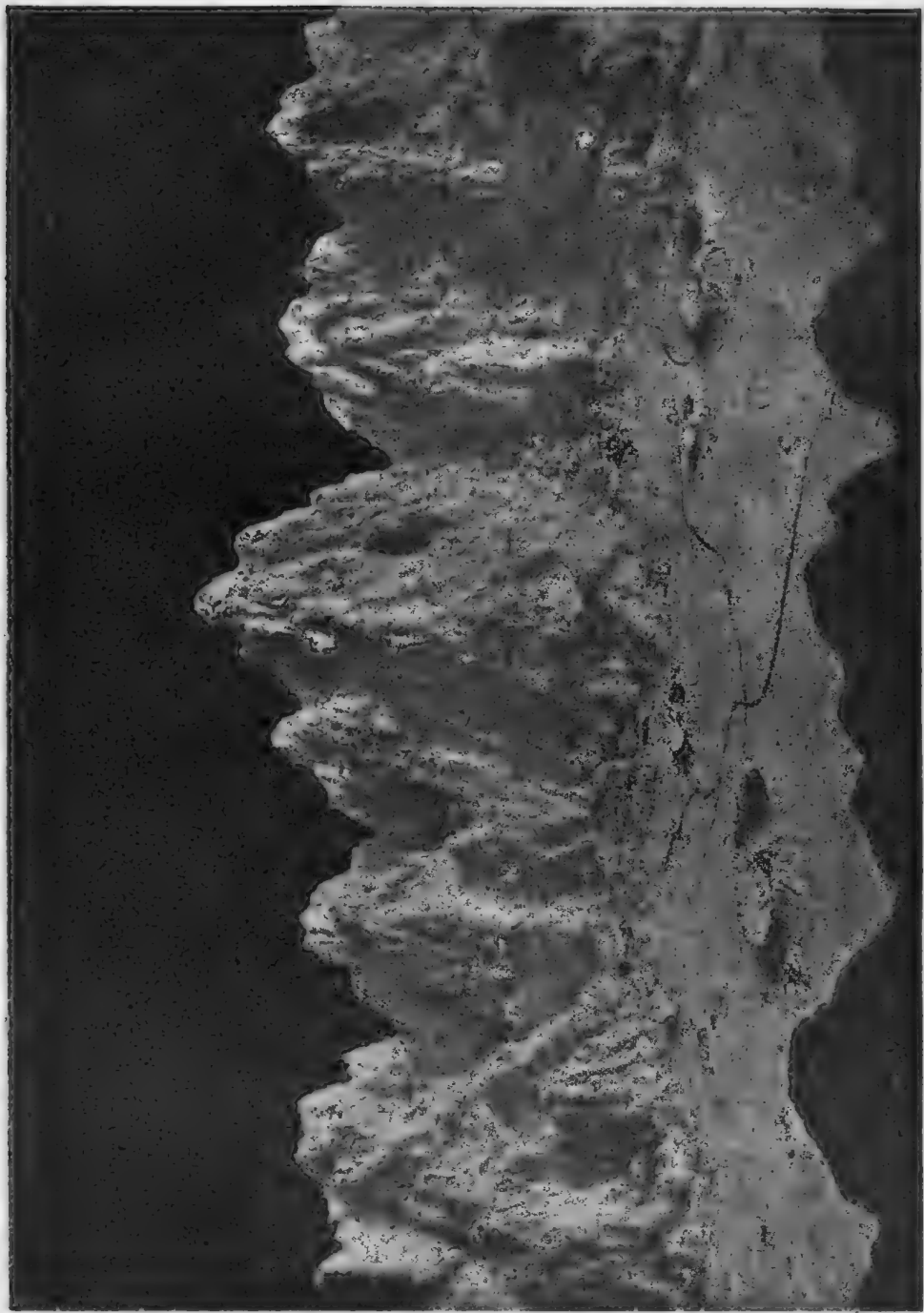
Изъ всего сказаннаго слѣдуетъ, что если луна первоначально имѣла только воду и не обладала никакимъ атмосфернымъ воздухомъ, то, въ концѣ концовъ, она должна была покрыться замерзшимъ моремъ, температура котораго равнялась приблизительно 240° ниже точки замерзанія воды.

Но совершенно иная картина получается въ томъ случаѣ, если допустить, что въ ту эпоху, когда температура лунной поверхности равнялась приблизительно нынѣшней температурѣ земли, луна обладала плотной атмосферой, такой же, какъ земля. Подобно нашей воздушной оболочкѣ, эта атмосфера будетъ играть роль защищающаго и изолирующаго покрова. Но смѣна временъ года на лунѣ носить своеобразный характеръ. Поэтому трудно представить себѣ, какимъ именно образомъ установится при этихъ условіяхъ равновѣсіе температуры. Но одно не подлежитъ сомнѣнію: въ этомъ отношеніи на лунѣ произойдетъ то же самое, что наблюдается въ дѣйствительности на землѣ. Въ конечномъ счетѣ, количество теплоты, получаемое отъ солнца, будетъ уравниваться тѣмъ количествомъ, которое излучается въ небесное пространство. Средняя температура поверхности будетъ оставаться тогда постоянною. Но она должна быть значительно выше, нежели при отсутствіи защищающаго покрова, образуемаго плотной воздушной оболочкой.

Мы только что допускали въ качествѣ исходной точки нашихъ разсужденій, что на лунѣ существуетъ атмосфера такой же плотности, какъ наша земная атмосфера вблизи земной поверхности. Но я сейчасъ же покажу, что допущеніе это несостоятельно. Поэтому мы сдѣлаемъ другое предположеніе, болѣе соотвѣтствующее дѣйствительности. До-

пустимъ теперь, что въ ту эпоху, когда вся температура лунной поверхности равнялась температурѣ земной поверхности, атмосфера луны обладала чрезвычайно малой плотностью. Пусть она равнялась, напр., $\frac{1}{20}$ плотности нашей земной атмосферы. При этихъ новыхъ условіяхъ положеніе вещей сильно измѣнится. Прежде всего новая атмосфера не можетъ уже служить въ достаточной мѣрѣ защитнымъ покровомъ. Поэтому тѣ части лунной поверхности, которыя не освѣщаются непосредственно солнечными лучами, подвергаются гораздо болѣе сильному излученію въ теченіе ночи. А, съ другой стороны, атмосферный газъ въ одинаковое время возвращаетъ въ 20 разъ меньше теплоты. Отсюда слѣдуетъ, что температура лунной поверхности въ теченіе ночи должна падать сильнѣе, нежели въ предыдущемъ случаѣ. Въ полярныхъ областяхъ потеря теплоты будетъ все время больше, нежели при плотной атмосферѣ. Въ то же время эта потеря будетъ возмѣщаться въ меньшей степени. Если допустить существованіе луннаго моря, то послѣднее должно будетъ замерзнуть быстро и на большомъ протяженіи. Парообразная атмосфера, которая совмѣстно съ газообразной атмосферой препятствуетъ потерѣ теплоты черезъ излученіе, будетъ быстро уменьшаться. Скоро лунная поверхность должна будетъ охладиться ниже нуля нашей термометрической скалы. И это произойдетъ не только въ тѣхъ частяхъ, которыя временно не освѣщаются солнечными лучами, но и тамъ, гдѣ солнце свѣтитъ. Ихъ температура понизится даже до абсолютнаго нуля, какъ если бы совсѣмъ не было никакой атмосферы. Что же будетъ, въ концѣ концовъ? А то, что газообразная атмосфера также сгустится, когда ея температура упадетъ на 200° ниже точки замерзанія. Мы подошли, такимъ образомъ, къ нынѣшнему состоянію луны.

Лапласъ, какъ извѣстно, занимался изслѣдованіемъ вопроса, почему луна обращена къ намъ всегда одной и той же стороной. Другими словами: почему продолжительность ея обращенія вокругъ земли совпадаетъ съ продолжительностью ея вращенія около оси. Онъ говоритъ по этому поводу: полное совпаденіе продолжительности обоихъ движеній было возможно лишь въ томъ случаѣ, если перво



Горный хребетъ на лунѣ.

начально оба движенія отличались другъ отъ друга незначительно. Мы знаемъ теперь также: чтобы понять, почему луна въ настоящее время не обладаетъ ни атмосферой, ни водой, достаточно предположить, что масса лунной атмосферы съ самаго начала была очень незначительна. Въ такой формѣ оба предположенія, несомнѣнно, очень произвольны. Дѣйствительно, трудно понять, почему оба указанныхъ выше движенія первоначально должны были различаться другъ отъ друга только незначительно. Столь же непонятно и то, почему луна съ самаго начала должна была имѣть такую рѣдкую атмосферу. Въ своемъ аналитическомъ разсужденіи я доказываю, что вообще не требуется этого первоначального приблизительнаго совпаденія обоихъ движеній, чтобы объяснить ихъ позднѣйшее полное совпаденіе. Точно также нетрудно понять, что та рѣдкая атмосфера, какою первоначально обладала луна, есть исключительно результатъ самаго способа ея образованія.

Одинъ фактъ поразителенъ самъ по себѣ. Масса луны едва равняется 0,013 зѣмной массы, ея діаметръ составляетъ 0,273 земного діаметра. А отсюда слѣдуетъ, что тяжесть на ея поверхности составляетъ всего только около $\frac{1}{6}$ тяжести на нашей землѣ. А отсюда непосредственно вытекаетъ такой выводъ: если на единицу поверхности приходится такая же масса лунной атмосферы, какъ и на нашей землѣ, то вѣсъ этой атмосферы можетъ составлять только $\frac{1}{6}$ вѣса земной атмосферы. Не подлежитъ сомнѣнію, что ртутный барометръ стоялъ бы тамъ, какъ и у насъ, почти на высотѣ 760 миллиметровъ. Вѣдь ртуть, въ свою очередь, сохранила бы на лунѣ только $\frac{1}{6}$ своего вѣса при томъ же объемѣ. Но давленіе атмосферы на лунѣ будетъ составлять не 10.333 килограмма на квадратный метръ, какъ у насъ, а только 1722 килограмма. Плотность луннаго воздуха равнялась бы только $\frac{1}{6}$ плотности земного воздуха. Для того, чтобы атмосферное давленіе на лунѣ имѣло ту же величину, какъ и на землѣ, общая масса лунной атмосферы должна была быть въ шесть разъ больше. Итакъ, допуская, что плотность лунной атмосферы была съ самаго начала меньше плотности земной воздушной оболочки, мы отнюдь не дѣлаемъ произвольнаго предположенія. Напро-

тивъ, произвольный характеръ носило бы обратное предположеніе. Если же обратиться къ той эпохѣ, когда образовались земля и луна, то мы придемъ къ гораздо болѣе поразительнымъ выводамъ. Дѣйствительно, въ то время вся матерія обоихъ свѣтилъ находилась въ парообразномъ состояніи. Ихъ наружныя поверхности должны были очень близко подходить другъ къ другу, даже соприкасаться. Такъ называемые, газы, въ соотвѣтствіи съ своей незначительной плотностью, должны были занимать наружныя части обоихъ парообразныхъ шаровъ. Каждое свѣтило удержало изъ этой газообразной массы такое количество, которое соотвѣтствовало его массѣ. На долю луны пришлось, слѣдовательно, необходимо меньшая часть, хотя въ началѣ своего существованія она отнюдь не была совершенно лишена водяного пара и атмосферы. Принявъ окончательный видъ, луна необходимо оказалась, слѣдовательно, при тѣхъ условіяхъ, какія мы допустили, повидимому, произвольно. Масса ея атмосферы была первоначально незначительна. Ее постигла затѣмъ описанная нами судьба: она замерзла и отвердѣла, какъ и сама вода.

Но тутъ можно было бы спросить: если луна, дѣйствительно, покрыта слоемъ льда и замерзшаго воздуха, то почему же, въ такомъ случаѣ, она не кажется въ телескопъ ослѣпительно-бѣлой? Цѣлый рядъ условій приводитъ къ тому, что эта скованная вѣчнымъ ледянымъ покровомъ пустыня становится темной. Вулканическія изверженія, непрерывная работа почвы, которая получаетъ еще значительное количество внутренней теплоты и многія другія причины, — все это можетъ измѣнять видъ поверхности и лишать ее блеска“.

Къ такому именно выводу пришелъ, слѣдовательно, одинъ изъ остроумнѣйшихъ физиковъ новѣйшаго времени по вопросу о температурѣ лунной поверхности. Посмотримъ теперь, что говорятъ здѣсь наблюденія. Въ этомъ отношеніи можно воспользоваться только изслѣдованіями *Ланглея*. Это—единственные изслѣдованія, гдѣ инструментъ и методъ оказываются вполне надежными. *Ланглей* занимался этой работой долгое время. Онъ уже за нѣсколько лѣтъ до этого пришелъ къ убѣжденію, что высказанное

нѣкогда *Джономъ Гершелемъ* мнѣніе по этому вопросу совершенно ошибочно. *Джонъ Гершель* думалъ, что поверхность освѣщаемаго солнцемъ луннаго диска должна достигать температуры, превышающей температуру кипящей воды. Новѣйшія наблюденія *Ланглея* обнимаютъ промежутокъ времени съ октября 1884 года до февраля 1887 года. Чтобы дать представленіе о тонкости этихъ наблюденій, я укажу на слѣдующій фактъ, имѣвшій мѣсто во время луннаго затменія 23 сентября 1885 года. Уменьшеніе теплоты, излучаемой луной, стало замѣтно уже, какъ только дискъ покрылся полутѣнью и задолго до того, какъ глазъ могъ замѣтить слѣдъ тѣни на лунномъ дискѣ. Теплота быстро уменьшалась, по мѣрѣ того, какъ затменіе подвигалось впередъ. Но излученіе никогда не прекращалось вполне на той части, которая лежала въ полной тѣни. За часъ до середины полного затменія отклоненіе въ центрѣ тѣни достигало 3,8 дѣленія скалы. Спустя 50 минутъ послѣ середины оно равнялось 1,3 дѣленія. А это составляетъ 1^0 теплоты съ той же площади при отсутствіи затменія. Теплота луны, покрытой тѣнью, вполне задерживалась стекломъ. Когда тѣнь начинаетъ покидать дискъ луны, температура повышается такъ же быстро, какъ раньше она падала. Какъ показываютъ эти наблюденія, продолжавшіяся нѣсколько часовъ, на лунѣ во время затменія рѣзко измѣняется климатъ. Возникающая въ этомъ случаѣ разница превышаетъ даже разницу между температурой нашего жаркаго пояса и самыми суровыми холодами нашей полярной зимы. Неоднократныя наблюденія надъ темной стороной луны дали тотъ же спектръ, какъ и небо вдали отъ луны. Отсюда слѣдуетъ, что луна не обладаетъ собственной теплотой, и ея излученіе обусловливается только поглощенной солнечной теплотой. Непосредственныя наблюденія показали, что температура лунной поверхности, свободно освѣщаемой солнцемъ, лежитъ между 0^0 и -20^0 Цельсія. Эти цифры получены на основаніи величины излученія. Но на эту величину оказываетъ вліяніе поглощеніе въ нашей земной атмосферѣ. Слѣдовательно, она меньше той, какая получилась бы безъ этого поглощенія. Съ цѣлью выяснить это вліяніе, *Ланглей* произвелъ спеціальныя изслѣдованія. Онъ пользо-

вался при этомъ темнымъ, холоднымъ источникомъ излученія и слоемъ воздуха въ 100 метровъ толщиною. Изъ этихъ наблюдений можно было сдѣлать выводъ относительно общаго поглощенія атмосферы. Такимъ образомъ было вычислено, что наивысшая температура лунной поверхности не превышаетъ $+50^{\circ}$ Цельсія. Это, слѣдовательно, наивысшая температура лунной поверхности подъ вліяніемъ солнечнаго излученія. Она значительно ниже наивысшей температуры, какой достигаетъ земная поверхность въ жаркомъ поясѣ. Во всякомъ случаѣ, повидимому, совершенно невозможно допустить, что поверхность луны подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей нагрѣвается до точки кипѣнія воды или даже выше этого.

Итакъ, мы приходимъ къ такому выводу: въ теченіе лунной ночи, длящейся 14 сутокъ, поверхность нашего спутника переживаетъ такой холодъ, который далеко оставляетъ за собой самыя низкія температуры на землѣ. Напротивъ, въ теченіе дня, длящагося также 14 сутокъ, температура мѣстами поднимается выше точки замерзанія воды. Поэтому, по меньшей мѣрѣ, не исключена возможность, что въ теченіе этого короткаго періода тепла здѣсь могутъ развиваться низшія формы организмовъ, а ихъ зародыши въ состояніи переживать страшные холода лунной ночи. Но о высшихъ органическихъ существахъ здѣсь и рѣчи быть не можетъ. При данныхъ условіяхъ такія существа не могутъ жить на лунѣ. Поверхность луны въ ея нынѣшнемъ видѣ можно сравнить съ разрушеннымъ театромъ, сцену котораго давно уже покинули актеры.





IX.

Обитаемы ли планетные міры?

Планета Меркурій: общее ея положеніе во вселенной и ея вращеніе.— На Меркуріи не могутъ обитать существа, подобныя людямъ.—Планета Венера.—Подобно Меркурію, на одномъ ея полушаріи—вѣчный день, на другомъ—вѣчная ночь.—Блѣдное мерцаніе на ночной сторонѣ планеты.—Планета Марсъ.—Времена года на немъ.—Большія скопленія льда у полюсовъ.—Атмосфера Марса.—Исслѣдованія *Скиапарелли* относительно измѣненій на поверхности Марса.—Удвоеніе каналовъ Марса и случайныя наводненія.—Малыя планеты.—Юпитеръ и нынѣшнее состояніе его поверхности.—Луны Юпитера.—Планета Сатурнъ и система его колецъ.—Уранъ и Нептунъ.—Нигдѣ въ планетной системѣ за предѣлами земли нѣтъ условій, пригодныхъ для жизни людей.—Положеніе человѣка во вселенной.

Мы рассмотримъ теперь главныя планеты. Насъ интересуетъ въ данномъ случаѣ исключительно вопросъ: есть ли на планетахъ живыя существа, если и не вполне сходныя съ нами, то, все же, подобныя намъ, людямъ земли? Часто приходится слышать такой взглядъ: нѣтъ-де никакихъ разумныхъ основаній думать, что изъ всѣхъ міровыхъ тѣлъ одна только наша земля получила въ удѣлъ служить мѣстомъ пребыванія для разумныхъ существъ, подобныхъ намъ, людямъ. Уже *Фонтенелль* пришелъ къ такому выводу. Если исходить изъ однихъ только общихъ соображеній, то трудно спорить противъ этого. Вѣдь среди другихъ планетъ земля не представляетъ собой ничего необычайнаго и исключительнаго. Это одинаково справедливо какъ относительно разстоянія земли отъ солнца, такъ и относительно ея величины. Дѣйствительно, обратите свои взоры къ звѣздному небу съ его милліонами солнцъ! Вѣдь, какъ можно думать, около всѣхъ этихъ солнцъ несутся по круговымъ

путямъ другія планеты. И еще менѣе вѣроятной покажется вамъ мысль объ исключительномъ положеніи земли въ безконечномъ міровомъ пространствѣ. Правда, мы не въ состояніи видѣть возможныхъ обитателей другихъ планетъ. Но, какъ мы указывали выше, ни одинъ мыслящій чело-вѣкъ не сомнѣвается въ томъ, что и другія міровыя тѣла, подобно землѣ, могутъ быть обитаемы. Но, чтобы избѣ-жать въ данномъ случаѣ праздныхъ умозрѣній, необходимо выяснить точнѣе тѣ общія условія, при которыхъ міровыя тѣла могутъ быть обитаемы живыми существами, подобными намъ. Общія условія эти таковы: существованіе атмосферы и жидкой воды; эта послѣдняя обусловливается средней температурой, которая должна лежать выше точки замерза-нія и ниже точки кипѣнія (100° Цельсія).

Теперь я и хочу разсмотрѣть отдѣльныя планеты съ точки зрѣнія этихъ необходимыхъ условій.

* *
* *

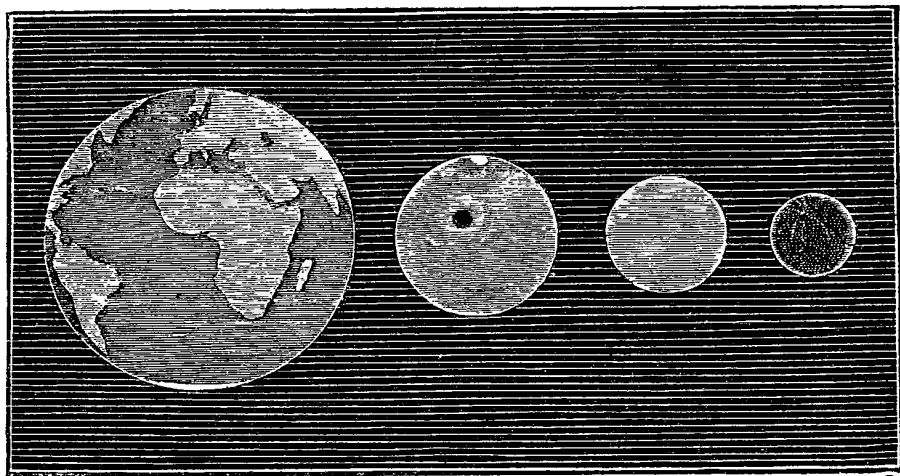
1. Направляясь отъ солнца, мы прежде всего встрѣ-чаемъ планету *Меркурій*. Ея среднее разстояніе отъ солнца составляетъ $7\frac{3}{4}$ милліоновъ миль. Разстояніе это можетъ уменьшаться до $6\frac{1}{5}$ милліоновъ миль, но оно можетъ и увеличиваться до $9\frac{1}{3}$ милліоновъ миль. По своей величинѣ Меркурій значительно уступаетъ землѣ: его поперечникъ равняется всего только 644 милямъ, поверхность его равна, слѣдовательно, 1.300.000 квадратныхъ миль, а объемъ—132.000.000 куб. миль. Вотъ соотвѣтствующія цифры для земли: поперечникъ ея равняется 1.717 милямъ, поверхность—9.260.000 кв. м., а объемъ—2.650.000.000 кубическихъ миль. Объемъ земли превышаетъ, слѣдовательно, объемъ Мерку-рія болѣе, чѣмъ въ 20 разъ. Но Меркурій въ среднемъ въ 1,56 раза плотнѣе земли. Поэтому вѣсовое ихъ отно-шеніе выражается $12\frac{1}{3} : 1$. Положите землю на одну чашку вѣсовъ. Тогда на другую чашку придется положить для равновѣсія 12 такихъ шаровъ, какъ Меркурій.

Меркурій очень близко отстоитъ отъ солнца. Поэтому его чрезвычайно трудно наблюдать. Всѣми нашими точными свѣдѣніями о физической природѣ планеты мы обязаны исключительно наблюденіямъ *Скіапарелли*. Ниже я передаю

результаты его наблюдений его собственными словами. Я воспользовался при этомъ рѣчью, сказанной этимъ знаменитымъ изслѣдователемъ неба въ торжественномъ засѣданіи Accademia dei Lincei въ Римѣ 8 декабря 1889 года.

„Я буду говорить сперва—такъ докладывалъ на этомъ засѣданіи *Скиапарелли*—о вращеніи Меркурія. Я охарактеризую его немногими словами, если скажу, что Меркурій движется вокругъ солнца совершенно такъ же, какъ луна вокругъ земли. Луна при своемъ обращеніи вокругъ земли почти всегда обращаетъ къ ней одну и ту же сторону и показываетъ одни и тѣ же пятна. Такъ и Меркурій, при своемъ полетѣ вокругъ солнца, почти всегда обращаетъ къ этому громадному источнику своего свѣта одну и ту же сторону. Я говорю: почти, а не совершенно ту же самую сторону, такъ какъ Меркурій, подобно лунѣ, обнаруживаетъ явленіе либрации. Попробуйте наблюдать луну во время полнолунія хотя бы съ помощью небольшого телескопа. Въ самое различное время вы замѣтите тогда, что въ среднихъ частяхъ диска всегда темнѣютъ одни и тѣ же пятна. Но приглядитесь внимательнѣе къ этимъ пятнамъ и измѣрьте ихъ разстояніе отъ восточнаго или западнаго края луны. Вы найдете тогда (это впервые открылъ *Галилей* около 250 лѣтъ тому назадъ), что они колеблются въ извѣстныхъ предѣлахъ то направо, то налево. Это явленіе называютъ либраціей по долготѣ. Причина этого явленія, главнымъ образомъ, слѣдующая. Одинъ изъ пеперечниковъ луны всегда и почти съ полной точностью направленъ къ одной точкѣ. Но точка эта не центръ земли, а также не центръ лунной орбиты. Она представляетъ собой, скорѣе, тотъ изъ обоихъ фокусовъ этой орбиты, въ которомъ не находится земля. Если бы наблюдатель помѣстился въ этой точкѣ, то онъ, слѣдовательно, видѣлъ бы неизмѣнно одну и ту же сторону луны. Мы же, въ среднемъ, удалены отъ этой точки на 42.000 километровъ. Поэтому луна обращаетъ къ намъ нѣсколько больше то свои восточныя, то западныя области. Получается такое впечатлѣніе, словно луна нѣсколько колеблется. То же самое явленіе наблюдается и у Меркурія. Если бы наблюдатель помѣстился на солнцѣ, то Меркурій при своемъ движеніи по орбитѣ

представлялъ бы ему такую же картину. Одинъ изъ поперечниковъ планеты обращенъ всегда не къ тому изъ фокусовъ ея эллиптическаго пути, въ которомъ находится солнце, а къ другому. Разстояніе между обоими фокусами равняется не менѣ одной пятой части всего діаметра орбиты Меркурія. Поэтому либрація этой планеты очень велика. Та точка Меркурія, которая освѣщается отвѣсными лучами солнца, измѣняетъ свое мѣсто на поверхности этой планеты и описываетъ вдоль ея экватора дугу въ 47° . Это



Сравнительная величина земли, Марса, Меркурія и луны.

составляетъ болѣе $\frac{1}{8}$ всей окружности. Продолжительность всего этого движенія въ ту и другую сторону равняется тому времени, въ теченіи котораго Меркурій пробѣгаетъ всю свою орбиту. Это составляетъ приблизительно 88 земныхъ сутокъ. Слѣдовательно, Меркурій постоянно обращенъ къ солнцу одной стороной, какъ магнитъ къ желѣзу. Но это не исключаетъ извѣстнаго колебательнаго движенія планеты на востокъ и назадъ. Тутъ происходитъ то же самое, что мы наблюдаемъ у луны. Но наблюдатель, находящійся на Меркуріи, припишетъ это колебательное движеніе планеты по отношенію къ солнцу самому солнцу. Подобнымъ же образомъ мы приписываемъ солнцу еже-

дневное движеніе, которое, въ дѣйствительности, принадлежитъ землѣ. Намъ кажется, что солнце описываетъ правильную дугу, съ востока на западъ, и тѣмъ самымъ вызываетъ въ теченіе 24 часовъ смѣну дня и ночи. Наблюдателю, находящемуся на Меркуріи, кажется, что солнце движется то къ востоку, то къ западу и описываетъ на небесномъ сводѣ дугу въ 47° . Ему будетъ казаться также, что положеніе этой дуги надъ горизонтомъ будетъ вѣчно оставаться однимъ и тѣмъ же. Солнце пробѣгаетъ эту дугу взадъ и впередъ ровно въ 88 земныхъ сутокъ. Тутъ возможны совершенно различныя условія и совершенно различное распредѣленіе свѣта и теплоты. Зависитъ это отъ того, лежитъ ли дуга, по которой движется солнце, вполне надъ горизонтомъ наблюдателя, или же подъ горизонтомъ, или же отчасти надъ нимъ, отчасти подъ нимъ. Въ тѣхъ областяхъ Меркурія, для которыхъ названная дуга солнечнаго движенія остается вполне подъ горизонтомъ, солнце никогда не показывается. Здѣсь царитъ вѣчный мракъ. Эти области занимаютъ приблизительно три восьмыхъ части всей поверхности планеты. Эта вѣчная ночь лишь случайно прерывается слабымъ мерцаніемъ благодаря рефракціи или атмосфернымъ сумеркамъ, благодаря сѣверному сіянію и другимъ подобнымъ же явленіямъ. Слабый свѣтъ исходитъ также отъ планетъ и звѣздъ. Для другой части Меркурія, которая также занимаетъ три восьмыхъ всей поверхности этой планеты, дуга всегда остается надъ горизонтомъ. Эти области непрерывно освѣщены солнечными лучами. Ночь здѣсь совершенно невозможна. Наконецъ, для другихъ областей дуга отчасти остается надъ горизонтомъ, отчасти подъ горизонтомъ. Эти области занимаютъ четвертую часть поверхности Меркурія. Только здѣсь и возможна смѣна дня и ночи. Для этихъ болѣе счастливыхъ областей періодъ въ 88 дней распадается на двѣ части: одна часть характеризуется постояннымъ свѣтомъ, а другая непрерывнымъ мракомъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ день равенъ ночи. Въ другихъ длиннѣе день. Въ третьихъ длиннѣе ночь. Все зависитъ здѣсь отъ того, какая часть дуги лежитъ надъ горизонтомъ.

Можетъ-ли существовать на планетѣ, обладающей такими особенностями, органическая жизнь? Это обу-

словливается существованіемъ такой атмосферы, которая была бы въ состояніи распредѣлять теплоту по различнымъ областямъ и смягчать крайнее проявленіе жары и холода. Уже сто лѣтъ тому назадъ *Шретеръ* предполагалъ существованіе такой атмосферы на Меркуріи. Мои собственныя наблюденія даютъ болѣе опредѣленные указанія. Они дѣлаютъ весьма вѣроятнымъ существованіе атмосферы на Меркуріи. Первый признакъ существованія атмосферы таковъ. Темныя пятна на поверхности Меркурія яснѣе всего выступаютъ тогда, когда они находятся близъ середины диска. Но какъ только они приблизятся къ краю, они становятся менѣе ясными и, наконецъ, совершенно исчезаютъ. Я убѣдился въ томъ, что явленіе это не зависитъ просто отъ болѣе косога положенія пятенъ по отношенію къ наблюдателю. Напротивъ, тутъ имѣется причина, которая мѣшаетъ намъ ясно видѣть пятна, когда они находятся на краю. Причина эта, повидимому, такова. Лучи, идущіе отъ края диска, должны пройти до насъ болѣе длинный путь въ атмосферѣ Меркурія, нежели лучи, исходящіе отъ середины. Первые, чтобы дойти до нашего глаза, должны пересѣчь атмосферу Меркурія наискось. Поэтому можно думать, что атмосфера Меркурія менѣе прозрачна, нежели атмосфера Марса. Въ этомъ отношеніи она болѣе походитъ на нашу земную атмосферу. Кромѣ того, край планеты, гдѣ пятна начинаютъ становиться менѣе ясными, всегда кажется свѣтлѣе другихъ частей. Но часто блескъ его мѣняется, въ нѣкоторыхъ точкахъ онъ болѣе ярокъ, въ другихъ—менѣе ярокъ. Иногда на этомъ краю можно замѣтить довольно свѣтлыя бѣлыя области. Онѣ сохраняются въ теченіе нѣсколькихъ дней. Вообще же онѣ измѣняются и то показываются въ одномъ мѣстѣ, то въ другомъ. Я приписываю это явленіе сгущеніямъ, происходящимъ въ атмосферѣ Меркурія. Сгущенія эти тѣмъ сильнѣе должны отражать солнечный свѣтъ, чѣмъ они плотнѣе. Такія же бѣлыя области часто наблюдаются и во внутреннихъ частяхъ диска. Но въ этомъ послѣднемъ случаѣ онѣ обладаютъ меньшей яркостью, нежели на краю.

Но этого мало. Форма и взаимное положеніе темныхъ пятенъ носятъ, правда, постоянный характеръ. Но, не-

смотря на то, ясность ихъ не остается всегда одинаковой. Иногда они бываютъ видны болѣе отчетливо, а часто снова становятся блѣднѣе. Случается также, что то или другое пятно мгновенно становится невидимымъ. Эту особенность можно приписать одной только причинѣ: атмосфернымъ сгущеніямъ, въ родѣ нашихъ облаковъ. Сгущенія эти скрываютъ отъ нашихъ взоровъ то одну, то другую часть поверхности Меркурія. Если бы наблюдатель сталъ разсматривать нашу землю изъ глубины небеснаго пространства, то онъ замѣтилъ бы нѣчто подобное же благодаря земнымъ облакамъ.

Наши свѣдѣнія о поверхности Меркурія ничтожны. Прежде всего нужно замѣтить, что $\frac{3}{8}$ этой поверхности совершенно недоступны для солнечныхъ лучей. Поэтому эта часть остается недоступной и для нашихъ взоровъ. Относительно этихъ областей мы едва-ли узнаемъ когда что-либо опредѣленное. Но если бы даже мы захотѣли получить точныя свѣдѣнія только о той части поверхности Меркурія, которую мы видимъ, то и въ этомъ случаѣ мы натолкнулись бы на большія трудности. Мы говорили уже о томъ, что темныя пятна иногда становятся невидимыми благодаря атмосфернымъ сгущеніямъ. Но и помимо того они всегда имѣютъ видъ очень слабыхъ тѣней. При обыкновенныхъ условіяхъ ихъ можно различить только съ большимъ трудомъ. Въ этомъ случаѣ требуется чрезвычайно большое вниманіе. При болѣе благопріятныхъ условіяхъ тѣни эти имѣютъ темно-коричневый теплый тонъ, напоминающій сепію. Этотъ тонъ очень мало различается отъ обыкновенной окраски планеты, которая въ большинствѣ случаевъ представляется свѣтло-розовой. Очень трудно воспроизвести удовлетворительнымъ образомъ форму этихъ расплывчатыхъ пятенъ. Тѣмъ болѣе, что очертанія ихъ такъ не отчетливы, что тутъ возможенъ извѣстный произволъ. Я имѣю основаніе думать, что эта неопредѣленность очертаній въ большинствѣ случаевъ только кажущаяся. Она проистекаетъ изъ недостаточной силы нашихъ телескоповъ. Чѣмъ лучше были изображенія, чѣмъ болѣе благопріятными оказывались условія наблюденія, тѣмъ больше мелкихъ подробностей удавалось различить въ этихъ матовыхъ пятнахъ.

Несомнѣнно, что если воспользоваться сильнымъ телескопомъ, то вся картина приметъ болѣе рѣзкія очертанія. Такъ, лунныя пятна представляются невооруженному глазу расплывчатыми и неопредѣленными. Но стоитъ только взять въ руки бинокль, и передъ нами выступитъ масса мелкихъ подробностей. Разъ точное наблюденіе надъ пятнами Меркурія сопряжено съ такими трудностями, то, по видимому, не легко составить себѣ сколько-нибудь обоснованное мнѣніе объ ихъ природѣ. Эти пятна можно было бы просто приписать неровностямъ твердой поверхности планеты. Такъ оно есть на лунѣ. Но въ этихъ темныхъ пятнахъ можно было бы усматривать нѣчто подобное нашимъ морямъ. Въ пользу такого предположенія можно было бы сослаться на атмосферу этой планеты и на ея сгущенія. Я не думаю, чтобы противъ этого мнѣнія можно было привести серьезныя возраженія. Эти пятна не соединяются въ большія массы, они расположены въ видѣ полосъ и поясовъ, имѣющихъ небольшое протяженіе. Они сильно вѣтвятся и нерѣдко перемежаются свѣтлыми пространствами. Можно, слѣдовательно, сдѣлать выводъ, что на Меркуріи нѣтъ ни большихъ океановъ, ни большихъ материковъ, и что суша и море перемежаются здѣсь постоянно.

Меркурій представляетъ собой міръ, отличный отъ нашего, земного, міра. Солнце освѣщаетъ и согрѣваетъ его гораздо сильнѣе и совершенно инымъ образомъ, нежели нашу землю. Если на этомъ міровомъ тѣлѣ существуетъ жизнь, то она находитъ здѣсь условія, настолько отличныя отъ нашихъ земныхъ условій, что мы едва рѣшаемся представить ихъ себѣ. Надъ одной стороной Меркурія—вѣчное солнце, ниспосылающее на его поверхность почти отвѣсныя лучи. На другой—царитъ вѣчный мракъ. Такія условія кажутся намъ одинаково невыносимыми“.

Благодаря своей значительной близости къ солнцу, Меркурій въ среднемъ получаетъ въ семь разъ больше свѣта и тепла, нежели наша земля. Чтобы нашъ глазъ могъ выносить блескъ такого свѣта, необходима атмосфера, болѣе чѣмъ въ пять разъ превосходящая земную по высотѣ

и плотности. Въ то же время температура освѣщенной солнцемъ стороны Меркурія была бы такъ высока, что органическая жизнь не могла бы здѣсь развиваться. А на ночной сторонѣ царилъ бы ужасный холодъ. Только теплыя воздушныя теченія, возможно, нѣсколько смягчали бы его.

Предположимъ, что продолжительность жизни обитателей этой планеты равна, въ среднемъ, 50 или 60 обращеній планеты вокругъ солнца (или годамъ). Таковъ именно относительный возрастъ обитателей земли. Въ такомъ случаѣ жизнь обитателей Меркурія не превышала бы $12\frac{1}{2}$ —15, самое большее, 25 нашихъ земныхъ лѣтъ. Но это допущеніе совершенно произвольно. Мы рѣшительно ничѣмъ не могли бы обосновать его. Вслѣдствіе незначительной массы планеты, сила тяжести на ея поверхности гораздо меньше, нежели на землѣ. Она составляетъ всего только $\frac{3}{5}$ земной силы тяжести. Падающее тѣло въ первую секунду пробѣгаетъ 87 парижскихъ футовъ, длина простого секунднаго маятника равна 1,8 парижскихъ фута. На ночной сторонѣ Меркурія самыми блестящими свѣтилами являются ближайшая планета Венера и болѣе отдаленная земля. Представимъ себѣ наблюдателя, помѣщеннаго на Меркуріи. При наиболѣе благоприятномъ противостояніи планета Венера проходитъ для него черезъ меридіанъ въ полночь. Она будетъ видна здѣсь подъ угломъ въ $68''$. Венера освѣщаетъ въ это время нашу планету въ 600 разъ слабѣе, нежели земля освѣщается луной во время полнолунія.

Вообще мы знаемъ очень мало объ особенностяхъ Меркурія, этой близкой къ солнцу планеты. Но какимъ обширнымъ покажется намъ это знаніе, если сравнить его съ тѣмъ, что намъ непосредственно открыла объ этомъ природа! Взгляните на небесный сводъ! Вотъ искрится тамъ свѣтлая точка. Вечеромъ она слѣдуетъ за нисходящимъ дневнымъ свѣтиломъ. Утромъ она предшествуетъ ему, появляясь въ лучахъ загорающейся зари. Различные народы древности поклонялись ей, какъ божеству. А разумъ земного обитателя призналъ въ этой точкѣ міровое тѣло, подобное тому, на которомъ мы обитаемъ. Онъ от-

крылъ тамъ атмосферу, онъ измѣрилъ размѣры свѣтила и, словно на вѣсахъ, взвѣсилъ его.

* *
*

2. *Планета Венера* во многихъ отношеніяхъ обнаруживаетъ большое сходство съ нашей землей. Величина и масса обѣихъ планетъ почти совершенно одинаковы. Плотность, высота паденія и длина маятника на поверхностяхъ обоихъ міровыхъ тѣлъ очень мало разнятся между собой. Солнце освѣщаетъ планету въ среднемъ почти вдвое сильнѣе, нежели нашу землю. Сама земля представляется для ночной стороны Венеры при благопріятномъ противостояніи блестящимъ свѣтиломъ. Она освѣщаетъ тогда эту планету всего только въ 800 разъ слабѣе, нежели ея собственная ночная сторона освѣщается полной луной. Продолжительность года на Венерѣ болѣе, чѣмъ на одну треть короче, нежели на землѣ. Годъ обнимаетъ здѣсь 224,7 нашихъ дней.

Мы имѣемъ сравнительно мало свѣдѣній о физическихъ свойствахъ планеты Венеры. Зависитъ это, главнымъ образомъ, отъ того, что когда планета эта наиболѣе приближается къ землѣ, она бываетъ обращена къ намъ своею ночною стороною. Вообще ея большая близость къ солнцу мѣшаетъ изученію ея индивидуальныхъ свойствъ.

Тѣмъ не менѣе наблюдатели Боткампской обсерваторіи усердно изучали Венеру. Они пользовались при этомъ большимъ рефракторомъ. Въ результатѣ своихъ наблюдений они пришли къ очень интереснымъ выводамъ. Вотъ сводка этихъ выводовъ:

„На освѣщенной солнцемъ сторонѣ Венеры, при благопріятныхъ атмосферныхъ условіяхъ, можно наблюдать различные оттѣнки свѣта, а также свѣтлыя и темныя пятна. Форма и положеніе этихъ пятенъ измѣняются очень медленно. Пятна эти въ большинствѣ случаевъ лишены опредѣленныхъ очертаній. Они такъ мало выдѣляются на дискѣ планеты среди окружающихъ частей, что даже при благопріятномъ состояніи атмосферы наблюдатель видитъ ихъ только временами. Поэтому очень трудно схватить ихъ очертанія. Этимъ обстоятельствомъ объясняется отчасти

тотъ фактъ, что внѣшній видъ планеты измѣняется мало въ теченіе нѣсколькихъ часовъ, даже отъ одного дня къ другому. При такихъ условіяхъ возможно наблюдать только сравнительно крупныя перемѣны.

Итакъ, пятна имѣютъ туманныя, расплывчатые очертанія. Въ то же время наблюдается поразительная убыль свѣта въ направленіи къ свѣтовой границѣ. Въ особенности въ то время, когда Венера имѣетъ видъ серпа. Все это дѣлаетъ весьма вѣроятнымъ такой выводъ: *планета окружена атмосферой, въ которой носится очень толстый и плотный слой продуктовъ сгущенія*. Въ этомъ слоѣ встрѣчаются просвѣты. Но они никогда не идутъ такъ далеко, чтобы обусловить на дискѣ Венеры рѣзко обозначенныя пятна или позволить намъ заглянуть на самое поверхность планеты. Въ пользу допущенія очень плотной атмосферы говорятъ также спектрально-аналитическія наблюденія. Спектры Марса, Юпитера, Сатурна, а въ особенности Урана и Нептуна обнаруживаютъ своеобразныя полосы. Полосы эти слѣдуетъ приписать поглощенію солнечнаго свѣта при прохожденіи черезъ атмосферы этихъ планетъ. Спектръ же Венеры почти совершенно совпадаетъ со спектромъ солнца. Дѣло въ томъ, что солнечные лучи проникаютъ, вѣроятно, въ атмосферу только на незначительную глубину и большею частью отражаются уже отъ поверхности облачного слоя.

При такихъ условіяхъ, повидимому, *невозможно* изъ наблюденій надъ пятнами Венеры сдѣлать какіе-либо выводы относительно времени вращенія или положенія оси вращенія планеты“.

Эту невозможность признавали и многіе другіе наблюдатели Венеры. Дѣйствительно, несмотря на всѣ производившіяся наблюденія надъ Венерой съ помощью телескопа, чрезвычайно рѣдко удавалось различить на ея поверхности сколько-нибудь опредѣленные темныя или свѣтлыя мѣста. Поэтому результаты прежнихъ наблюденій надъ продолжительностью вращенія Венеры чрезвычайно сильно расходятся между собой. *Біанкини* допускалъ продолжительность вращенія въ 25 дней. *Шретеръ* и вслѣдъ за нимъ *де Вико* опредѣляли продолжительность вращенія въ 23 часа 21 ми-

нугу. Въ данномъ случаѣ, опять-таки, изслѣдованія *Скіана-релли* внесли свѣтъ въ этотъ мракъ. Онъ пришелъ къ такому, почти несомнѣнному выводу: Венера, такъ же, какъ и Меркурій, совершаетъ одинъ оборотъ около своей оси въ то же самое время, въ какое она заканчиваетъ полное обращеніе вокругъ солнца. Слѣдовательно, и у Венеры одно полушаріе есть царство вѣчнаго дня и вѣчнаго зноя, а другое, противоположное, полушаріе погружено въ вѣчный мракъ ночи и въ вѣчный холодъ. Такимъ образомъ, обѣ эти близкія къ солнцу планеты въ этомъ отношеніи совершенно отличаются отъ земли.

На Венерѣ иногда наблюдается одно замѣчательное явленіе: блѣдное мерцаніе на ея ночной сторонѣ. Явленіе это наблюдалось за послѣдніе 150 лѣтъ, по меньшей мѣрѣ, 22 раза. Его удавалось наблюдать даже днемъ и въ полдень при помощи средней силы телескоповъ.

Все сказанное приводитъ насъ къ заключенію, что на планетѣ Венерѣ едва-ли могутъ обитать существа, подобныя людямъ. Количество свѣта и тепла, изливаемое солнцемъ на планету, вдвое больше того, что получаетъ земля. Въ то же время и условія вращенія здѣсь таковы, что создается полная противоположность между обоими полушаріями: одно полушаріе есть царство вѣчнаго свѣта и губительнаго зноя, а въ другомъ царитъ вѣчный мракъ ночи и холодъ. Пограничная полоса, гдѣ солнце, вслѣдствіе либраціи, медленно восходитъ и заходитъ въ теченіе года, очень узка, такъ какъ путь этой планеты имѣетъ почти круговую форму. Возможно, что блѣдное мерцаніе на ночной сторонѣ Венеры указываетъ на могучіе электрическіе процессы. Процессы эти возникаютъ благодаря сгущенію водяныхъ паровъ, которые переносятся съ нагрѣтой стороны на холодную. Такое предположеніе имѣетъ за себя извѣстную, довольно большую, вѣроятность. Но въ такомъ случаѣ мы должны представить себѣ поверхность планеты Венеры громадной ареной ужаснѣйшихъ грозъ. А послѣднія едва-ли допускаютъ развитіе высшихъ органическихъ существъ подобныхъ людямъ. Быть можетъ, и на ночной сторонѣ Меркурія происходятъ такіе же процессы. Но вслѣдствіе большого разстоянія и незначительныхъ размѣровъ этой

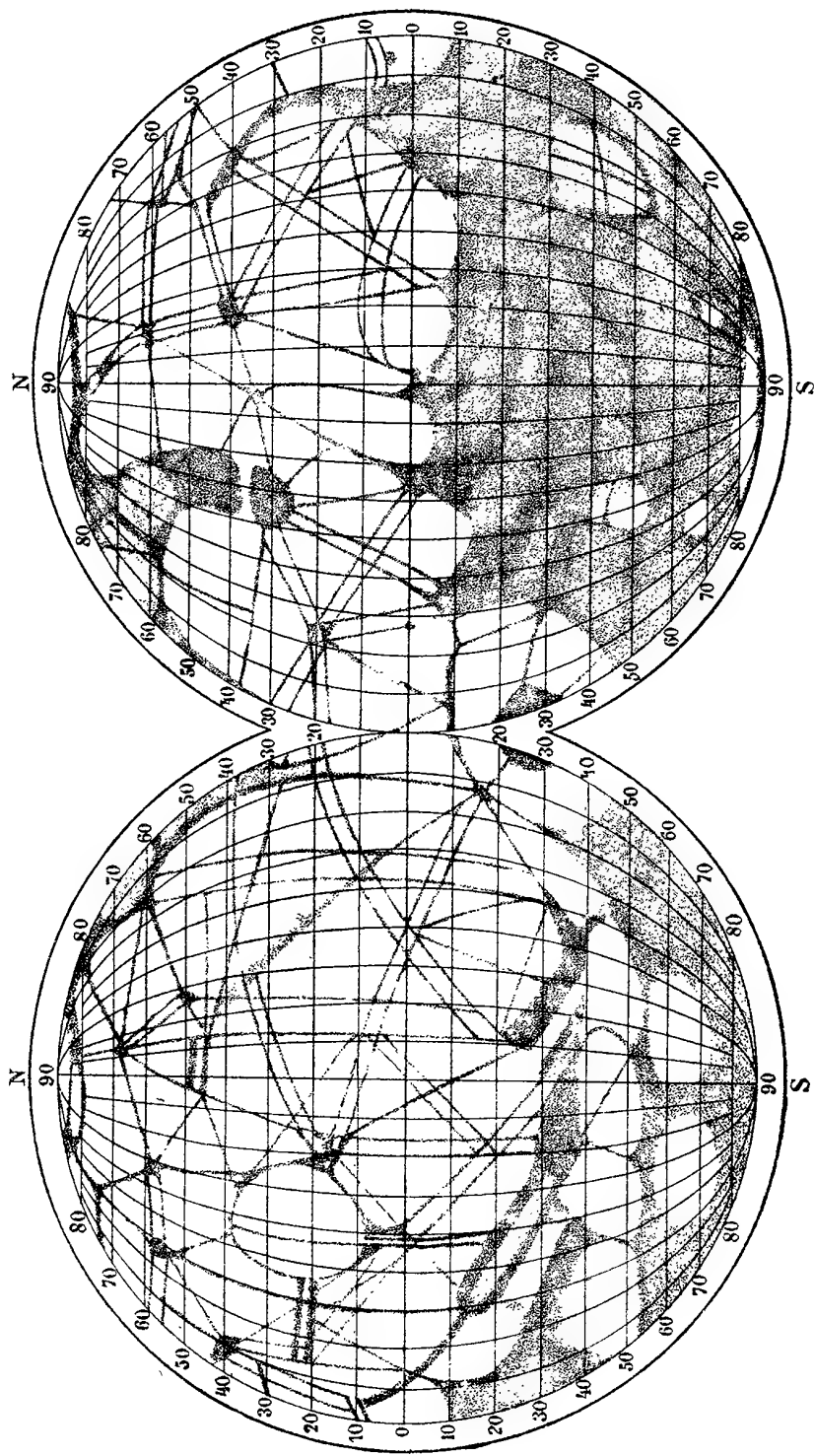
планеты мы не въ состояніи уже наблюдать ихъ съ земли.

* * *

3. Обратимся теперь къ верхнимъ планетамъ, къ тѣмъ, орбиты которыхъ охватываютъ земную орбиту. Прежде всего мы встрѣчаемъ здѣсь Марса.

Планета Марсъ при благопріятномъ противостояніи приближается къ намъ на 0,38 разстоянія земли отъ солнца, т. е., ея разстояніе отъ земли уменьшается до $7\frac{3}{5}$ милліоновъ миль. Она обращаетъ къ намъ тогда свой залитый лучами солнца дискъ. Въ это время мы имѣемъ возможность изучать планету при помощи сильныхъ телескоповъ. Дѣйствительно, изъ всѣхъ главныхъ планетъ лучше всего изучена поверхность Марса. Испытываешь своеобразное наслажденіе, когда разсматриваешь распредѣленіе материковъ и морей на этомъ небесномъ тѣлѣ. Съ чувствомъ удовольстворенія узнаешь, что и на Марсѣ водородъ и кислородъ уже въ далекія времена вступили въ то химическое соединеніе, которое мы называемъ водой. Мы узнаемъ, далѣе, что эти океаническія водныя массы давно уже превратились въ громадныя скопленія льдовъ, напоминающія собой наши полярныя области. Мы ясно различаемъ еще въ наши телескопы бѣловатое сіяніе этихъ льдовъ, хотя насъ отдѣляютъ отъ нихъ многіе милліоны миль.

Среднее разстояніе Марса отъ солнца составляетъ 30.500.000 миль. Однако, разстояніе это можетъ уменьшаться до $27\frac{3}{5}$ милліоновъ миль и возрастать до $33\frac{1}{3}$ милліоновъ. Орбита этой планеты, слѣдовательно, значительно отличается отъ круга. Эксцентриситетъ ея — 0,09225. Количество свѣта, получаемое Марсомъ, составляетъ въ перигелии — 0,52, въ афелии — 0,36 того количества, какое приходится на долю земли. Дневной свѣтъ на Марсѣ, слѣдовательно, значительно слабѣе, нежели у насъ на землѣ. Представьте себѣ, что солнце стоитъ въ зенитѣ для какого-нибудь мѣста на поверхности Марса. Въ такомъ случаѣ оно освѣщаетъ здѣсь окружающія мѣстности съ такою же яркостью, какая бываетъ у насъ при высотѣ въ 20—25 градусовъ надъ горизонтомъ. Перенеситесь внезапно съ земли



Оба полушарія Марса съ ихъ двойными каналами.
По Скіапарелли.

на планету Марсѣ. Вы тотчасъ же замѣтите разницу въ силѣ дневного освѣщенія. Въ особенности же мы замѣтили бы эту разницу при восходѣ и заходѣ солнца: въ это время солнечный свѣтъ значительно ослабляется очень плотной атмосферой Марса и кажется чрезвычайно слабымъ.

Время обращенія Марса вокругъ солнца, т. е., годъ этой планеты, равняется 686 земнымъ днямъ 22 часамъ и 18 минутамъ.

Истинный діаметръ Марса равняется почти 900 милямъ. Слѣдовательно, онъ лишь на немного больше половины земного діаметра. Но онъ почти въ полтора раза больше діаметра Меркурія. Вся поверхность Марса не достигаетъ $\frac{3}{10}$ земной поверхности. Объемъ его едва достигаетъ $\frac{1}{7}$ земного объема. А средняя плотность составляетъ $\frac{7}{10}$ средней плотности нашей планеты.

Марсѣ вращается въ направленіи съ запада на востокъ. Одинъ оборотъ около своей оси онъ совершаетъ въ 24 часа 37 минутъ 22,6027 секундъ. Экваторъ Марса наклоняетъ къ плоскости его орбиты на $27^{\circ} 16'$. Различіе между временами года и днемъ и ночью выражено на Марсѣ нѣсколько сильнѣе, нежели на землѣ. Годъ на Марсѣ содержитъ дней. Они распредѣляются слѣдующимъ образомъ по временамъ года:

Весна на сѣв. полушаріи продолжается 191 день,
на южномъ полушаріи — 149 дней;

Лѣто на сѣв. полушаріи продолжается 181 день,
на южномъ полушаріи — 147 дней;

Осень на сѣв. полуш. продолжается 149 дней,
на южномъ — 191 день;

Зима на сѣв. полуш. продолжается 117 дней,
на южномъ — 181 день.

Всюду здѣсь имѣются въ виду дни Марса.

Весна и лѣто вмѣстѣ длятся на сѣверномъ полушаріи Марса 372 дня, а на южномъ—всего только 296 дней. Слѣдовательно, осень и зима на южномъ полушаріи на 76 дней или болѣе чѣмъ на $2\frac{1}{2}$ нашихъ мѣсяцевъ длиннѣе, нежели на сѣверномъ полушаріи. Болѣе короткая весна и лѣто южнаго полушарія возмѣщаются тѣмъ, что въ это время планета наиболѣе близко отстоитъ отъ солнца, а солнечный

зной бываетъ очень силенъ. Но зато осень и зима холоднѣе, такъ какъ эти времена года совпадаетъ съ наибольшимъ разстояніемъ планеты отъ солнца. Обратное наблюдается на сѣверномъ полушаріи планеты. Здѣсь продолжительное лѣто сопровождается умѣреннымъ тепломъ, короткая осень и зима также отличаются умѣренной температурой. Можно было бы поэтому думать, что въ общемъ крайности здѣсь уравниваются, и оба полушарія планеты обладаютъ, въ среднемъ, одинаковой средней годичной температурой. Но этого на самомъ дѣлѣ нѣтъ. Южное полушаріе Марса оказывается вообще болѣе холоднымъ. Это вполне ясно доказываютъ наблюденія надъ скопленіемъ льдовъ въ полярныхъ областяхъ планеты. *Бееръ* и *Медлеръ* нашли весной 1837 г., что поясъ льдовъ южного полюса сплошной бѣлой массой простирался вплоть до 55 градуса южной широты. Въ это время на южномъ полушаріи Марса была зима. Если бы такое скопленіе льдовъ наблюдалось на землѣ, то они простирались бы здѣсь отъ сѣвернаго полюса почти вплоть до береговъ Балтійскаго и Нѣмецкаго морей. Но вотъ на южномъ полушаріи Марса проносится дыханіе жаркаго лѣта. Ледяной покровъ, сковавшій за зиму большую часть этого полушарія, начинаетъ необычайно быстро таять. Названные выше астрономы нашли, что лѣтомъ, приблизительно въ іюлѣ нашего сѣвернаго полушарія, граница южныхъ полярныхъ льдовъ Марса отодвигается до 87° южной широты. Слѣдовательно, таяніе льдовъ происходитъ здѣсь необычайно быстро. Благодаря этому поглощается значительное количество теплоты. Поэтому климатъ южнаго полушарія Марса въ общемъ долженъ быть умѣреннымъ и влажнымъ. На сѣверномъ полушаріи поясъ льдовъ никогда не распространяется такъ далеко, какъ въ южномъ полушаріи. Но зато и въ теченіе лѣта льды не таютъ здѣсь такъ сильно. Поперечникъ ледяного покрова никогда не падаетъ здѣсь ниже 12° — 14° или приблизительно ниже 100 нѣмецкихъ миль.

Въ 1896 г. по инициативѣ Гарвардской обсерваторіи на горѣ Вильсонъ были произведены фотографическіе снимки Марса. Особенно удачные снимки были получены 9 и 10 апрѣля. Оба снимка даютъ однѣ и тѣ же области Марса,

такъ какъ планета въ это время была обращена къ намъ почти одной и той же стороной. На снимкахъ ясно можно различать темныя пятна, соотвѣтствующія извѣстнымъ морямъ Марса, а также бѣлое пятно возлѣ южнаго полюса Марса. Замѣчательно, что это послѣднее на снимкѣ 10 апрѣля было значительно больше, нежели на снимкѣ предыдущаго дня. Точно также утромъ 9 апрѣля поясъ льда выдѣлялся не такъ ясно, словно онъ былъ окутанъ туманомъ или мелкими бѣдными тѣлами, которыхъ нельзя уже было различить въ отдѣльности. Напротивъ, 10 апрѣля область эта повсюду казалась ярко-блестящей, а полярное пятно простиралось до 30° южной широты. Если бы подобный снѣжный покровъ образовался на сѣверномъ полушаріи нашей земли, то подъ снѣгомъ лежала бы вся Европа, Сѣверная Африка, Персія, Китай и Сѣверная Америка вплоть до Мексиканскаго залива. Давно уже было извѣстно, что на Марсѣ образуются такіе громадныя снѣжные покровы. Но быстрое разрастаніе ихъ менѣе чѣмъ въ 24 часа, какъ это показываютъ снимки, въ высшей степени поразительно. Снимки эти были получены приблизительно въ серединѣ февраля нашего сѣвернаго полушарія. Какъ объяснить это разрастаніе снѣжнаго покрова? Проще всего предположить громадное выпаденіе снѣга. Дѣйствительно, все говоритъ за то, что 10 апрѣля, въ день полученія второго снимка, на южномъ полушаріи Марса выпалъ въ громадномъ количествѣ снѣгъ. Снѣгъ, насколько можно судить, покрылъ громадную область, около 9 милліоновъ квадратныхъ километровъ. Въ то же время не слѣдуетъ забывать, что Марсъ по своей величинѣ значительно уступаетъ землѣ. Подобныя явленія, какъ мы наблюдаемъ ихъ въ настоящее время на Марсѣ, могли господствовать на землѣ во время ледниковаго періода на нашемъ сѣверномъ полушаріи.

Астрономъ *Секки* уже въ 1858 г. обратилъ вниманіе на слѣдующее явленіе: когда для одного изъ полюсовъ наступаетъ лѣто, области, ранѣе казавшіяся бѣлыми, пріобрѣтаютъ розоватую окраску. Въ то же время нѣкоторыя голубоватыя полосы незамѣтно измѣняли свою форму. Проще всего можно объяснить это наблюденіе такъ. Въ лѣтнее время таютъ ледяныя массы соотвѣтствующаго полушарія.

Вмѣстѣ съ тѣмъ обнажается и становится видна собственная поверхность Марса, которая обладает красноватымъ цвѣтомъ. Само собою разумѣется, что это громадное таяніе снѣговъ съ наступленіемъ весны не можетъ не отражаться на состояніи атмосферы Марса. Атмосфера насыщается водяными парами, и прозрачность ея становится значительно меньше, нежели лѣтомъ. Дѣйствительно, уже *Берръ* и *Медлеръ* нашли, что участки суши на Марсѣ яснѣе всего и чаще всего бываютъ видны лѣтомъ.

Новѣйшіе наблюдатели Марса, благодаря своимъ громаднымъ и сильнымъ телескопомъ, имѣли возможность непосредственно наблюдать облака въ атмосферѣ этой планеты. Иногда облака эти представляются въ видѣ небольшихъ свѣтлыхъ пятенъ, блескъ которыхъ почти нисколько не уступаетъ блеску снѣжныхъ поясовъ. Въ другое время они тянутся, подобно нашимъ темнымъ облакамъ въ зимнее время, на громадномъ разстояніи надъ поверхностью Марса и скрываютъ отъ нашихъ взоровъ материки и моря.

Невооруженному глазу планета Марсъ кажется интенсивно-красной. Если разсматривать ее въ телескопъ, то участки суши кажутся красновато-желтыми. По мѣрѣ того, какъ пятно вслѣдствіе вращенія планеты все болѣе и болѣе приближается къ краю, оно становится все блѣднѣе и расплывчатѣе. Наконецъ, оно исчезаетъ, еще до того, какъ достигаетъ края. Уже одно это обстоятельство доказываетъ существованіе на Марсѣ плотной атмосферы, которая окружаетъ планету. Это подтверждается также и спектроскопическими изслѣдованіями.

Геггинсу удалось однажды изслѣдовать спектръ Марса при очень благопріятныхъ атмосферныхъ условіяхъ. Онъ нашелъ при этомъ по обѣимъ сторонамъ линіи D четырнадцать черныхъ линій. Повидимому, линіи эти совпадали съ тѣми, которыя появляются въ солнечномъ спектрѣ, когда солнце приближается къ горизонту. Поэтому атмосфера Марса, повидимому, содержитъ въ себѣ такіе газы и пары, какъ и наша, земная, атмосфера. Точно также и *Фогель* нашелъ при своихъ спектроскопическихъ изслѣдованіяхъ, что составъ атмосферы Марса незначительно отли-

чается отъ состава земной атмосферы, и что она особенно богата водяными парами. Но красный цвѣтъ этой планеты не можетъ вызываться поглощеніемъ лучей въ атмосферѣ Марса. Дѣйствительно, свѣтъ, отраженный полярными областями Марса, представляется совершенно бѣлымъ. А вѣдь онъ, очевидно, долженъ пройти большой путь въ атмосферѣ Марса. Остается только допустить, что поверхность самой планеты окрашена въ красный цвѣтъ.

Но самая поверхность планеты существенно отличается отъ поверхности нашей земли. Все сказанное выше давало, повидимому, основаніе предполагать, что Марсъ есть планета, подобно нашей землѣ, населенная живыми существами. Но изслѣдованія *Скіапарелли* доказали полную несостоятельность такого взгляда.

Уже болѣе 150 лѣтъ тому назадъ на Марсѣ впервые наблюдали темныя пятна. Положеніе и общія очертанія этихъ пятенъ оставались неизмѣнными. Поэтому пятна эти слѣдуетъ разсматривать, какъ твердыя части поверхности Марса. Однако, нельзя сказать, что пятна эти сохраняютъ одинъ и тотъ же неизмѣнный видъ. Напротивъ, иногда здѣсь удается довольно отчетливо разглядѣть нѣкоторыя подробности. Да и самыя очертанія этихъ пятенъ временами нѣсколько измѣняются. Наконецъ, пятна становятся то болѣе темными, то менѣе темными, въ зависимости отъ состоянія атмосферы Марса, черезъ которую мы ихъ наблюдаемъ. „Благодаря всѣмъ этимъ измѣненіямъ — говоритъ *Скіапарелли* — изученіе планеты становится гораздо болѣе интереснымъ, нежели въ томъ случаѣ, если бы все оставалось здѣсь неизмѣннымъ и неподвижнымъ. Планета не представляетъ собой сухой, окаменѣлой пустыни. Она живетъ, и развитіе ея жизни обнаруживается въ очень сложной системѣ явленій. Часть этихъ явленій охватываетъ такія громадныя области, что ихъ могутъ наблюдать даже обитатели земли. Тутъ передъ нами открывается цѣлый міръ новыхъ вещей. Все это въ высшей степени способно возбуждать любознательность изслѣдователя. А работы здѣсь съ избыткомъ хватитъ для многихъ телескоповъ и на много лѣтъ. Дѣйствительно, явленія эти чрезвычайно разнообразны и богаты всякаго рода подробностями. И

только путемъ ихъ точнаго и полнаго изученія можно будетъ открыть ихъ закономерность. Только такимъ путемъ можно будетъ съ нѣкоторой вѣроятностью выяснить причину этихъ явленій и опредѣлить физическія свойства планеты.“

Самъ *Скиапарелли* чрезвычайно много сдѣлалъ для изученія явленій, совершающихся на поверхности Марса. Темныя области онъ называетъ морями, а свѣтлыя—материками или островами. Въ то же время, по его мнѣнію, только болѣе точное и полное изученіе фактическаго положенія вещей на Марсѣ можетъ рѣшить, насколько эти обозначенія соотвѣтствуютъ дѣйствительности. Кромѣ того, на Марсѣ встрѣчаются еще различныя области, характеръ которыхъ мѣняется. Области эти, насколько мы можемъ судить объ этомъ въ настоящее время, имѣютъ незначительныя размѣры. То онѣ напоминаютъ собой моря, томатерики. А иногда въ одно и то же время онѣ напоминаютъ собой и материки, и моря. „Такія области, въ зависимости отъ различнаго положенія наблюдателя, обнаруживаютъ вполнѣ или отчасти различныя оттѣнки окраски. Такого рода оттѣнки можно наблюдать какъ на материкахъ, такъ и на моряхъ Марса. Въ данномъ случаѣ наблюдается рядъ переходовъ отъ первыхъ ко вторымъ. Ихъ характеръ—продолжаетъ *Скиапарелли* — насколько я могъ до сихъ поръ наблюдать, повидимому, не одинаковъ. Нѣкоторыя области, повидимому, больше похожи на моря, другія, напротивъ, больше приближаются къ материкамъ. Граница между такими областями и материками и окружающими морями не всегда носитъ отчетливый характеръ. Благодаря незамѣтнымъ переходамъ свѣта и окраски, они часто переходятъ другъ въ друга“.

Въ континентальныхъ областяхъ, согласно *Скиапарелли*, обнаруживаются медленные измѣненія. Иногда они охватываютъ очень большія области. „Такъ—разсказываетъ миланскій астрономъ—отъ 1877 г. до 1879 г. вся большая область, лежащая ниже *Mare Sirenum* и простирающаяся между 120° и 170° долготы вплоть до 40° сѣв. широты, свѣтилась гораздо больше, нежели другія континентальныя области. Въ особенности же это слѣдуетъ сказать относи-

тельно верхнихъ частей, сосѣднихъ съ названнымъ моремъ. Слѣды темныхъ полосъ были чрезвычайно неопредѣленны, и ихъ съ трудомъ можно было различить. Въ 1882 г. эта часть приняла болѣе желтую окраску. Въ то же время можно было различить здѣсь сложную систему темныхъ линій. То же самое (хотя и въ менѣе совершенной формѣ) наблюдалось въ 1884 и 1886 гг. Но въ 1888 г. область эта снова сдѣлалась свѣтлѣе и бѣлѣе. Не безъ усилій можно было различить слѣды линій, наблюдавшихся при прежнихъ противостояніяхъ планеты. Точно также и моря представляютъ очень замѣтныя измѣненія въ окраскѣ. Но измѣненія эти совершаются медленно и болѣе правильно. На основаніи своихъ наблюдений, я рѣшаюсь утверждать, что моря, при переходѣ отъ центральнаго меридіана къ наклонному положенію, подъ вліяніемъ суточного движенія планеты, не измѣняютъ своей окраски. Этотъ фактъ доказываетъ, что поверхности, такъ называемыхъ, морей, въ извѣстномъ смыслѣ отличаются отъ другихъ, разсмотрѣнныхъ до сихъ поръ, областей. Во всякомъ случаѣ, при изслѣдованіи физической природы Марса эту окраску слѣдуетъ разсматривать, какъ основную. Но въ то же время не менѣе достовѣрно, что отъ одного противостоянія до другого въ окраскѣ морей происходитъ очень замѣтная перемѣна.

Итакъ, не подлежитъ сомнѣнію, что состояніе тѣхъ областей, которыя называются „морями“, не является постояннымъ. Возможно, что и здѣсь происходятъ измѣненія, стоящія въ связи съ временами года на планетѣ.

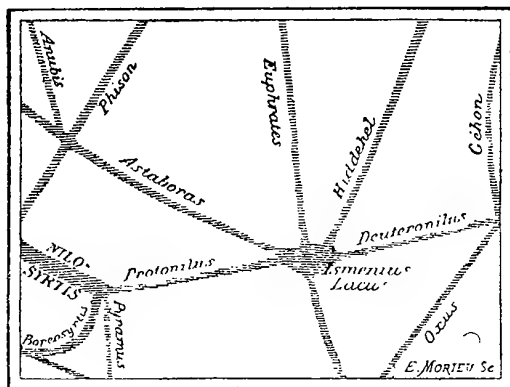
Отъ нѣкоторыхъ темныхъ частей моря тянутся узкіе придатки въ видѣ полосъ. Они получили названіе *каналовъ*. Легче всего можно разсмотрѣть тотъ каналъ, который наблюдалъ уже въ позапрошломъ столѣтіи *Шретеръ*. *Скіапарелли* далъ этому каналу имя *Нилосифтисъ*. Въ настоящее время извѣстно, что цѣлая сложная сѣтъ такихъ каналовъ покрываетъ всѣ материковыя области Марса. Но въ большинствѣ случаевъ эти темные каналы чрезвычайно тонки, и ихъ очень трудно замѣтить. Только *Скіапарелли* удалось открыть ихъ. Этотъ же изслѣдователь нашелъ, далѣе, что большинство каналовъ тянется по поверхности планеты по дугамъ очень большихъ круговъ. Въ то же время каждый

каналъ съ обоихъ своихъ концовъ впадаетъ или въ море или въ озеро. Случается также, что онъ впадаетъ въ какой-либо другой каналъ, или же въ мѣсто пересѣченія нѣсколькихъ каналовъ.

На Марсѣ можно указать много такихъ мѣстъ, гдѣ на небольшомъ пространствѣ сходятся три, четыре, даже шесть или семь каналовъ. Въ такихъ случаяхъ такой участокъ имѣетъ обыкновенно видъ темнаго пятна. Это объясняется присутствіемъ здѣсь озера.

„Большое однообразіе и устройство этой системы каналовъ — продолжаетъ *Скиапарелли* — настолько странно и изумительно, что невольно начинаешь отыскивать простой законъ въ расположеніи этихъ линій. Такъ, *Эли де Бомонъ* пытался нѣкогда объяснить направление большихъ горныхъ цѣпей на землѣ своей знаменитой системой пятиугольниковъ. Я думаю, однако, что такое изслѣдованіе въ настоящее время не можетъ разсчитывать на успѣхъ“.

Въ нормальномъ своемъ состояніи каналы, какъ это указываетъ *Скиапарелли*, имѣютъ видъ темной, иногда совершенно черной, рѣзко отграниченной линіи. Получается впечатлѣніе, словно кто-то провелъ перомъ по желтой поверхности планеты. „На этой ступени своего развитія каналы, за рѣдкими исключениями, имѣютъ совершенно одинаковый видъ на всемъ своемъ протяженіи. Общій ходъ ихъ отличается правильностью. Въ рѣдкихъ случаяхъ, когда мнѣ удавалось ясно различать оба края канала, я находилъ здѣсь очень небольшіе изгибы или зубцы. Такъ, я наблюдалъ это въ 1879 г. у каналовъ Евфрата и Тритона, а въ 1888 г. у Ганга. Каждый край выступаетъ отчетливо, такъ



Исменійское озеро на Марсѣ, образованное сліяніемъ шести каналовъ.

же отчетливо, какъ границы между материками и морями. Каналы имѣютъ очень различную ширину. Нилосиртисъ достигаетъ или даже превышаетъ 300 километровъ въ ширину. Другіе каналы, наоборотъ, сливаются просто въ одну линію безъ замѣтной ширины. Вѣроятно, ширина ихъ не больше 60 километровъ.

Ширина одного и того же канала можетъ съ теченіемъ времени измѣняться въ очень различныхъ предѣлахъ. При наилучшихъ атмосферныхъ условіяхъ каналъ можетъ иногда казаться едва замѣтной линіей. А иногда онъ представляется широкой, черной полосой, которая тотчасъ же бросается въ глаза. Замѣчательнымъ примѣромъ такого рода можетъ служить исторія развитія Симоиса. Въ сентябрѣ 1877 г. онъ былъ невидимъ. Въ октябрѣ онъ казался необыкновенно тонкой линіей. А въ 1879 г. онъ казался уже чернымъ и настолько широкимъ, что его можно было отнести къ болѣе крупнымъ каналамъ.

Подобное же явленіе наблюдалось у Тритона. Въ 1877 г. я могъ видѣть только правую его половину. При слѣдующихъ противостояніяхъ его можно было прослѣдить болѣе или менѣе легко на всемъ его протяженіи. Въ маѣ 1888 г. каналъ сталъ необыкновенно широкъ и образовалъ значительный морской проливъ. Чрезвычайно замѣчательно было, далѣе, какъ вмѣстѣ съ тѣмъ значительно расширился Syrtis Parva за счетъ Ливіи, которая въ то же время сильно потемнѣла.

Вѣроятно, эта одновременность расширенія Симоиса и Тритона и потемнѣнія обширной сосѣдней области не простая случайность. Вообще можно думать, что всѣ каналы Марса подвергаются подобнымъ же измѣненіямъ.

Подобный же фактъ, но только въ большихъ размѣрахъ, имѣлъ мѣсто въ окрестностяхъ сѣвернаго полюса во время противостояній 1884—1886 годовъ. Каналы, расположенные вокругъ бѣлаго полярнаго пятна, сдѣлались очень черными и широкими. Въ то же время промежуточные полосы потемнѣли. Когда телескопическое изображеніе становилось затѣмъ недостаточно яснымъ, всѣ эти подробности сливались въ сѣрый поясъ, окружавшій бѣлое полярное пятно. Вѣроятно, благодаря подобному наблюденію и возникло

предположеніе о существованіи сѣвернаго полярнаго моря на Марсѣ, хотя такого здѣсь совсѣмъ нѣтъ“.

Уже эти наблюденія *Скіапарелли* представляютъ очень большой интересъ. Но сдѣланное имъ затѣмъ открытіе удвоенія каналовъ превзошло въ этомъ отношеніи всѣ ожиданія. Дѣйствительно, здѣсь передъ нами явленіе исключительно рѣдкое и непонятное. „Явленіе это—говоритъ *Скіапарелли*—во-истину способно окрылить нашу фантазію. Стоитъ только при изученіи физической природы Марса начать отыскивать сходство съ нашими земными фактами. Наблюдавшіеся нами каналы имѣли одну изъ описанныхъ выше формъ. Иногда какой-либо каналъ принималъ послѣдовательно различныя формы. Но вотъ прошло нѣсколько дней (а, быть можетъ, и часовъ). Въ это время успѣлъ совершиться какой-то процессъ, подробности котораго намъ до сихъ поръ остаются неизвѣстными. Въ результатъ этого превращенія каналъ неожиданно удвоился. Онъ состоялъ теперь изъ двухъ смежныхъ полосъ, очень схожихъ между собою и обыкновенно идущихъ параллельно. Изрѣдка наблюдаются различія въ толщинѣ. Во многихъ случаяхъ путемъ точнаго сравненія съ окружающими подробностями можно было доказать, что одна изъ полосъ вполне или приблизительно занимаетъ мѣсто прежняго простого канала. Однако, въ 1888 году я убѣдился въ томъ, что правило это не является общимъ. Иногда оба новыхъ образованія нисколько не совпадаютъ со старымъ каналомъ. Совпаденіе въ главномъ направленіи и въ положеніи носитъ тогда случайный характеръ. Всякій слѣдъ стараго канала исчезаетъ, дабы уступить мѣсто новымъ линіямъ.

Разстояніе между обѣими параллельными линіями измѣняется сильно отъ одного удвоенія до другого. Крайнимъ предѣломъ можно принять 10^0 или 12^0 . При нѣкоторыхъ удвоеніяхъ, совершающихся очень медленно и неопредѣленныхъ, предѣлъ этотъ повышается даже до 15^0 . Часто о существованіи удвоенія можно судить лишь по своеобразному виду полосы. Но вслѣдствіе незначительнаго разстоянія между обѣими образующими ее линіями, этихъ послѣднихъ нельзя уже различить. Обыкновенно промежутокъ шире каждой изъ полосъ. Впрочемъ, иногда онъ бываетъ одина-

ковой съ иими ширины. Случается даже, что онъ бываетъ уже. Въ особенности, когда полосы очень широки“.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ *Скіапарелли* удавалось наблюдать также и исчезновеніе удвоенія. Каналъ, бывшій до этого двойнымъ, казался уже простымъ. Случалось, что онъ даже совсѣмъ исчезалъ. *Скіапарелли* думаетъ, что все это таинственное явленіе носитъ періодическій характеръ. Возможно, что оно стоитъ въ связи съ временами года на Марсѣ. Возможно, что своего наибольшаго развитія оно достигаетъ вскорѣ послѣ вѣсенняго равноденствія и незадолго до осенняго равноденствія. Въ то же время удвоенія, просуществовавъ нѣсколько мѣсяцевъ, въ большинствѣ случаевъ уменьшаются ко времени сѣвернаго солнцестоянія и, наконецъ, ко времени южнаго солнцестоянія окончательно исчезаютъ.

Наблюденія 1890 года показываютъ, что удвоеніе темныхъ каналовъ на Марсѣ продолжается, что оно охватило даже болѣе крупныя части моря. Такъ, на Марсѣ существуетъ большое, круглое, темное пятно—„Озеро солнца“. На этотъ разъ оно казалось раздѣленнымъ на двѣ части свѣтлой полосой.

Цвѣтъ обоихъ полосъ оказывается всегда одинаковымъ, какъ по своему оттѣнку, такъ и по силѣ. Однако, отъ одного удвоенія до другого здѣсь можно отмѣтить значительныя различія. Если двойной каналъ образованъ очень тонкими линіями, то цвѣтъ ихъ обыкновенно черный или темный. Напротивъ, болѣе широкія полосы рѣдко бываютъ черными или темно-коричневыми. Онѣ кажутся, скорѣе, кирпично-красными съ болѣе или менѣе темнымъ оттѣнкомъ. Нѣкоторыя полосы казались настолько блѣдными, что ихъ едва можно было замѣтить на желтомъ фонѣ планеты. А вѣдь онѣ обладали шириной въ нѣсколько градусовъ. Нѣсколько разъ *Скіапарелли* наблюдалъ, какъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ такая блѣдная полоса пересѣкалась другимъ каналомъ, окраска становилась значительно сильнѣе. Онъ думаетъ, что у всѣхъ двойныхъ каналовъ окраска одинакова. Что же касается наблюдавшихся различій, то ихъ слѣдуетъ приписать только интенсивности окраски.

Допустимъ, что двойной каналъ пересѣкается другимъ

на два отрѣзка. Пусть одна изъ полосъ въ одномъ отрѣзкѣ будетъ шире и свѣтлѣе, нежели въ другомъ. Въ такомъ случаѣ то же самое будетъ наблюдаться и по отношенію ко второй полосѣ. Если въ одномъ изъ отрѣзковъ одна изъ полосъ очень тонка и ее трудно замѣтить, то другая полоса точно также будетъ очень тонкой и едва замѣтной. Въ этомъ случаѣ можетъ быть даже и такъ, что одна изъ полосъ совсѣмъ будетъ отсутствовать или останется незамѣтной. Тутъ передъ нами будетъ примѣръ канала, который въ одномъ изъ своихъ отрѣзковъ будетъ двойнымъ, а въ другомъ—простымъ.

Часто обѣ линіи, которыя вообще отличаются правильностью и имѣютъ совершенно параллельныя оси, бываютъ какъ бы окутаны полутѣнью. Но въ преобладающемъ большинствѣ случаевъ обѣ линіи отличаются абсолютной, совершенно геометрической правильностью. Ширина, окраска и промежуточное пространство оказываются совершенно одинаковыми на всемъ протяженіи. Наблюденія производились при исключительно благоприятныхъ условіяхъ, при увеличеніи въ 322—650 разъ. И вотъ въ этомъ случаѣ не удалось открыть ни малѣйшей неправильности, никакого намека на таковую. Казалось, словно все было проведено съ помощью линейки и циркуля. Когда простой каналъ обнаруживаетъ нѣкоторую неправильность, то послѣ удвоенія она исчезаетъ совершенно. Даже несомнѣнно изогнутые каналы даютъ послѣ удвоенія совершенно прямые каналы. Однимъ словомъ, въ данномъ случаѣ наблюдается ясно выраженное стремленіе къ полному однообразію и къ устраненію всякой неправильности.

Удвоеніе каналовъ совершается очень быстро, въ сравнительно короткое время. Часто, какъ объ этомъ свидѣтельствуютъ точныя наблюденія, весь этотъ процессъ заканчивается въ нѣсколько дней. Нѣсколько разъ переворотъ этотъ совершался въ какіе-нибудь 24 часа, въ промежутокъ между двумя послѣдовательными наблюденіями. По наблюденіямъ *Скиапарелли*, процессъ этотъ совершался одновременно по всей длинѣ удвоившагося канала.

Довольно часто—говорить *Скиапарелли*—я наблюдалъ, какъ обѣ линіи одновременно выдѣлялись изъ сѣрой, бо-

лѣе или менѣе плотной, туманной массы, разстилавшейся въ направленіи канала. И мнѣ кажется даже, что это облачное состояніе представляетъ собой главное явленіе въ самомъ фактѣ удвоенія. Но не слѣдуетъ думать, что тутъ передъ нами какіе-то предметы, скрытые за туманомъ и затѣмъ появляющіеся передъ нашими взорами, когда туманъ разсѣется. Насколько я могу судить, этотъ туманъ отнюдь не есть препятствіе, мѣшающее намъ видѣть существовавшіе до этого предметы. Это, скорѣе, своего рода матерія, въ которой постепенно обрисовываются не существовавшія до этого формы. „Я выражу яснѣе свою мысль и скажу, что весь этотъ процессъ нельзя сравнивать со все болѣе и болѣе отчетливымъ выявленіемъ предметовъ изъ разсѣивающагося тумана. Тутъ болѣе умѣстнымъ было бы сравненіе съ неправильно размѣщенной группой солдатъ, которые все больше и больше выстраиваются въ ряды и колонны. Я долженъ добавить здѣсь, что все это слѣдуетъ разсматривать просто, какъ впечатлѣніе, а не какъ продуманный выводъ особенныхъ наблюденій“.

[*] Въ послѣднемъ изданіи своихъ „Астрономическихъ Вечеровъ“ *Герм. Клейнъ* такъ формулируетъ свое отношеніе къ вопросу объ удвоеніи каналовъ:

„Съ 1882 года *Скіанафелли* сталъ замѣчать, что нѣкоторые изъ этихъ каналовъ временами какъ бы удваиваются. Они представлялись ему тогда въ видѣ двухъ очень узкихъ параллельныхъ линій, на подобіе желѣзнодорожныхъ рельсовъ. Это удвоеніе каналовъ наблюдалось также и другими астрономами. Но оно едва было замѣтно, безразлично, пользовались ли наблюдатели сильнымъ или слабымъ телескопомъ. Но, конечно, если тутъ передъ нами дѣйствительное удвоеніе, а не простой оптическій обманъ, то въ болѣе сильный инструментъ его легче замѣтить. А тутъ еще такой прекрасный наблюдатель, какъ профессоръ *Барнардъ*, ни разу не замѣчалъ никакого удвоенія, хотя и пользовался при этомъ большимъ ликовскимъ рефракторомъ. Поэтому, въ настоящее время пришли къ заключенію, что это удвоеніе каналовъ на Марсѣ есть, въ сущности, про-

*) Дополненіе переводчика.

стой оптическій обманъ. Тѣмъ самымъ была устранена одна изъ непреодолимыхъ трудностей въ объясненіи явленій, наблюдаемыхъ на Марсѣ. То же самое слѣдуетъ сказать, согласно съ изслѣдованіями *Маундера*, о нѣкоторыхъ едва замѣтныхъ простыхъ каналахъ. Наблюдатели, вѣроятно, сдѣлались въ этомъ случаѣ жертвой оптического обмана. Вѣдь мы имѣемъ здѣсь дѣло съ самыми трудными астрономическими наблюденіями. Однако, вообще можно признать, что прямолинейные каналы, впервые открытые и описанные *Скиапарелли*, дѣйствительно, существуютъ на поверхности Марса“].

Таковы результаты новѣйшихъ изслѣдованій о природѣ поверхности Марса. Можно поставить теперь вопросъ: можетъ ли планета Марсъ при этихъ условіяхъ служить жилищемъ для человѣка? На основаніи всего сказаннаго выше, едва-ли можно дать утвердительный отвѣтъ на этотъ вопросъ. Вѣдь не подлежитъ никакому сомнѣнію, что на этомъ міровомъ тѣлѣ въ настоящее время происходятъ еще величайшіе перевороты, которые съ полнымъ правомъ можно считать катастрофами. Развѣ это выраженіе не было бы вполнѣ законнымъ, если бы на нашей землѣ неожиданно произошло раздвоеніе Краснаго моря? Или если бы наряду съ Женевскимъ или Боденскимъ озеромъ почти въ одну ночь образовалось второе озеро такой же величины? Или если бы часть земной поверхности, величиною съ среднюю Европу, въ короткое время было затоплено моремъ? А вѣдь, кромѣ того, на Марсѣ массы полярныхъ льдовъ ежегодно распространяются вплоть до 50° и даже 40° широты. Цѣлые материки засыпаются здѣсь выпадающимъ снѣгомъ. А весной таяніе снѣговъ необходимо порождаетъ громадныя наводненія. Все это въ совокупности создаетъ такія условія, которыя, несомнѣнно, въ значительной мѣрѣ угрожали бы самому существованію рода человѣческаго. Итакъ, для существъ, подобныхъ намъ, людямъ, Марсъ, во всякомъ случаѣ, представлялъ бы собой очень непріятное жилище.

* * *

4. Запредѣлами орбиты Марса мы встрѣчаемъ громадную массу *планетонидовъ* или *малыхъ планетъ*. Мы далеко не от-

крыли еще всѣхъ существующихъ планетоидовъ. Они движутся вокругъ солнца по чрезвычайно перепутаннымъ орбитамъ, которыя наклонены другъ къ другу. Орбиты эти лежатъ внутри пояса, ширина котораго на 9 милліоновъ миль превышаетъ разстояніе Марса отъ солнца. Эти крошечныя планеты занимаютъ особенное положеніе въ солнечной системѣ. Орбиты ихъ, въ среднемъ, сильно отклоняются отъ круга и значительно наклонены къ земной орбитѣ. Въ то же время онѣ сильно переплетаются между собой. Если бы мы изготовили модель въ видѣ колецъ, то изъ нея нельзя было бы удалить ни одного кольца, не захвативъ вмѣстѣ съ тѣмъ всѣхъ остальныхъ. Возникновеніе этихъ міровыхъ тѣлъ и ихъ изумительныхъ орбитъ объясняется не такъ просто, какъ возникновеніе другихъ планетъ. Согласно *лапласовой* теоріи, исторія ихъ возникновенія представляется въ такомъ видѣ. Отъ первичной массы отдѣлилось туманное кольцо и заняло мѣсто нынѣшняго пояса планетоидовъ. Благодаря притяженію громаднаго Юпитера кольцо это распалось на цѣлый рядъ отдѣльныхъ кусковъ. Эти послѣдніе и представляютъ собой нынѣшніе планетоиды. *Ольберсъ*, какъ извѣстно, вскорѣ послѣ открытія первой малой планеты, высказалъ смѣлую гипотезу, что эти небольшія міровыя тѣла суть обломки нѣкогда существовавшей большой планеты. Громаднѣйшая катастрофа разбила ее на множество частей, которыя въ настоящее время и описываютъ свои орбиты въ качествѣ обособленныхъ планетъ. Но возможна-ли вообще такая катастрофа? Я не рѣшаюсь дать окончательнаго отвѣта на этотъ вопросъ. Я замѣчу только, что, во всякомъ случаѣ, она представляется мнѣ чрезвычайно невѣроятной. Трудно представить себѣ, чтобы планета подъ вліяніемъ внутреннихъ силъ, безразлично, вулканическихъ или плутоническихъ, могла распасться на отдѣльные куски. *Симонъ Ньюкомъ* подвергъ недавно математическому изслѣдованію вопросъ о происхожденіи астероидовъ. Это изслѣдованіе приводитъ къ выводу, что въ данномъ случаѣ нельзя допустить общаго происхожденія въ смыслѣ гипотезы *Ольберса*.

Незначительные размѣры планетоидовъ препятствовали до сихъ поръ изученію ихъ поверхностей. Даже величину

нѣкоторыхъ изъ этихъ крошечныхъ планетъ едва удалось опредѣлить путемъ прямыхъ измѣреній. *Шретеръ* и *Гершель*, какъ имъ казалось, наблюдали вокругъ нѣкоторыхъ планетоидовъ туманныя оболочки. Отсюда они сдѣлали выводъ, что эти небольшія тѣла окружены атмосферами больше 100 миль вышиною. Но, въ концѣ концовъ, все это оказалось оптическимъ обманомъ. До сихъ поръ при опредѣленіи истинной величины планетоидовъ нѣкоторой точкой опоры могли служить только фотометрическія опредѣленія. Такимъ путемъ я нашелъ, что діаметръ самага большаго астероида, именно *Цереры*, равняется 46 милямъ, а *Весты*—43. Эта послѣдняя величина довольно близко сходится съ результатами прямого измѣренія, конечно, очень неточнаго, произведеннаго *Медлеромъ*. Найденная имъ величина равняется 66 милямъ. Самые мелкіе планетоиды имѣютъ діаметръ отъ 4 до 5 миль. Такъ, вся поверхность планетоида *Аталанты* не достигаетъ даже 80 географическихъ квадратныхъ миль. Курьерскій поѣздъ, идущій со скоростью 10 нѣмецкихъ миль въ часъ, совершилъ бы здѣсь кругосвѣтное путешествіе всего въ $1\frac{3}{4}$ часа. Пѣшеходъ, дѣлая въ день по 8 часовъ, черезъ два дня дошелъ бы до своихъ антиподовъ. Россійская имперія по своей величинѣ въ 5000 разъ больше поверхности этой планеты. Изъ земнаго шара можно было бы сдѣлать 40 милліоновъ такихъ шаровъ, какъ планета Аталанта. Представьте себѣ, что на этой планетѣ живутъ люди. Какъ тѣсно было бы имъ здѣсь! Но въ то же время здѣсь необходимо царилъ бы вѣчный миръ. Вѣдь, рано или поздно, эта небольшая территорія, весьма вѣроятно, подпала бы подъ господство одного единственнаго владыки. И если бы здѣсь обитали разумныя существа, они должны были бы слѣпо повиноваться мановенію руки своего всемірнаго владыки. Но и этотъ властитель міра, такъ же, какъ и его подданные, былъ бы слѣпою игрушкой въ рукахъ этого крохотнаго мірового тѣла. Въ своемъ неудержимомъ полетѣ вокругъ солнца, оно увлекало бы съ собой и обитателей своей поверхности. И все, и это маленькое тѣльце, и его обитатели, и владыка міра, слѣпо подчинялись бы каждому воздѣйствію, исходящему отъ исполинскаго Юпитера.

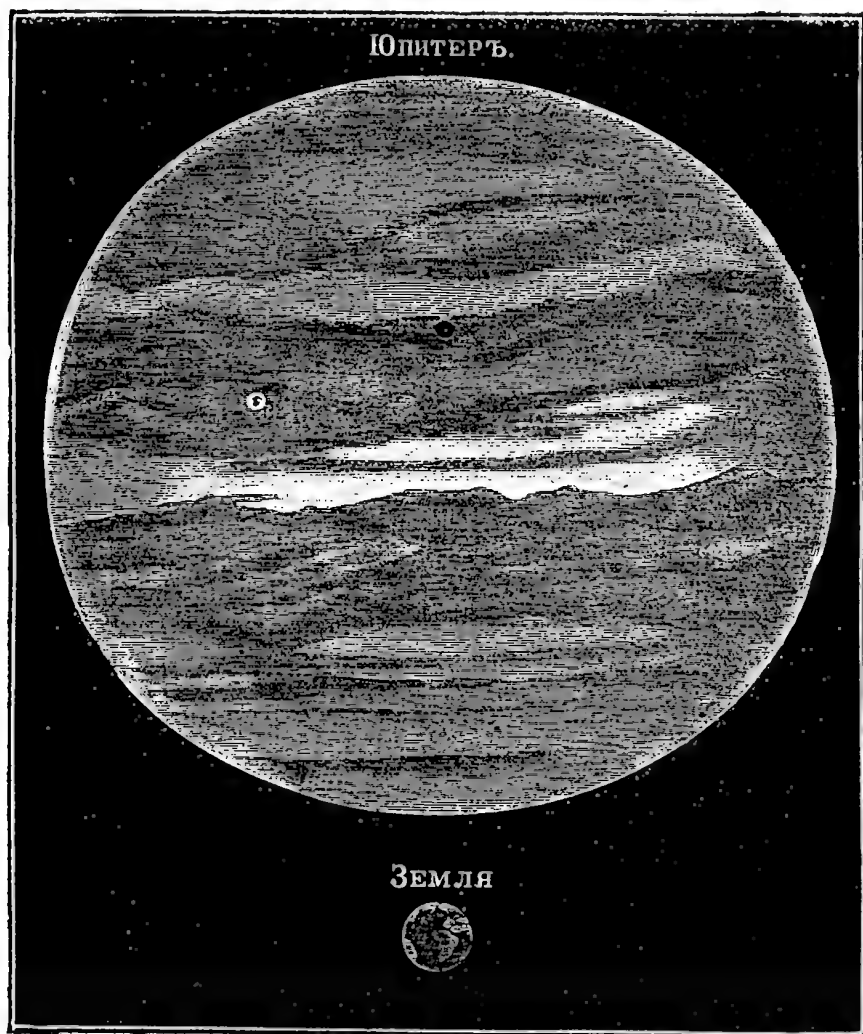
Но совершенно невѣроятно, чтобы на этихъ маленькихъ планетахъ вообще могла развиваться органическая жизнь. Вслѣдствіе ничтожныхъ своихъ размѣровъ и незначительной массы, онѣ должны были бы обладать необычайно рѣдкой атмосферой. Но возможно также, что поверхность ихъ была бы охлаждена гораздо ниже точки замерзанія воды. Телескопъ ничего не говоритъ намъ о такихъ атмосферныхъ оболочкахъ. Поэтому необходимо предположить, что эти мелкія планеты совершенно лишены органической жизни: мертвыя массы камней, несутся онѣ вокругъ солнца.

*
*
*

5. За предѣлами орбитъ астероидовъ совершаетъ свой путь исполинскій *Юпитеръ*. Обладая громадными размѣрами, Юпитеръ изъ всѣхъ свѣтилъ нашей системы уступаетъ по своему значенію одному только солнцу. Его среднее разстояніе отъ этого послѣдняго равняется 104 милліонамъ миль. Его время обращенія составляетъ 11 лѣтъ 314 дней 20 часовъ 2 минуты. Экваторіальный діаметръ этой планеты равняется 19.000 миль, полярный діаметръ или ось вращенія равна 17.900 миль, сплюснутость — $\frac{1}{16}$. Эта большая сплюснутость вполне согласуется съ быстротою вращенія, такъ какъ исполинскій шаръ Юпитера совершаетъ одинъ оборотъ около своей оси въ изумительно короткое время, всего только въ 9 часовъ 55 $\frac{1}{2}$ минутъ. Такимъ образомъ каждая точка экватора пробѣгаетъ въ секунду вслѣдствіе вращенія 38.000 парижскихъ футовъ. Эта скорость вращенія для данной точки экватора почти вполне совпадаетъ со средней скоростью движенія планеты по ея орбитѣ вокругъ солнца.

Объемъ Юпитера въ 1270 разъ больше объема земли. Напротивъ, по своей массѣ онъ только въ 309 разъ превосходитъ земную массу. Такимъ образомъ его средняя плотность едва равняется $\frac{1}{4}$ средней плотности земли, или приблизительно въ $1\frac{1}{2}$ раза превосходитъ плотность чистой воды. Необходимо, кромѣ того, вспомнить, что плотность планеты очень быстро возрастаетъ съ приближеніемъ къ центру. Отсюда ясно, что если средняя плотность пла-

неты только въ $1\frac{1}{2}$ раза больше плотности воды, то плотность ея поверхности ни въ какомъ случаѣ не можетъ быть больше плотности воды. Поэтому поверхность Юпитера ни



Сравнительная величина Юпитера и земли.

въ какомъ случаѣ не можетъ представлять суши, она должна быть покрыта легкимъ жидкимъ веществомъ. Но природа этого вещества до сихъ поръ не опредѣлена еще болѣе точно. Точное доказательство этого факта имѣетъ гро-

маднѣйшее значеніе для всѣхъ теорій и умозрѣній относительно состоянія этой планеты. Вѣдь уже изъ одного этого факта ясно, что на Юпитерѣ должны господствовать совершенно иныя условія, отличныя отъ нашихъ, земныхъ, условій.

Дѣйствительно, возьмите въ руки умѣренной силы телескопъ и бросьте взглядъ на планету Юпитеръ. Вы тотчасъ же убѣдитесь, что дискъ Юпитера представляетъ совершенно иную картину, нежели, напр., лунная поверхность или земля, какою мы видимъ ее на глобусѣ. На дискѣ Юпитера намъ прежде всего бросаются въ глаза нѣкоторыя образованія временнаго характера. Вы увидите здѣсь полосы, идущія болѣе или менѣе параллельно экватору. Тѣмъ самымъ образованія эти обнаруживаютъ свою облачную или парообразную природу. Мы встрѣчаемъ здѣсь темныя пятна. Благодаря этимъ послѣднимъ удалось опредѣлить продолжительность вращенія Юпитера. Какъ мы указывали уже выше, продолжительность вращенія равняется 9 ч. 55,5 минутамъ. Солнце для Юпитера представляется лишь въ видѣ диска, имѣющаго въ поперечникѣ, въ среднемъ, 6'. Поэтому средняя продолжительность дня на Юпитерѣ равняется лишь 4 ч. 58 мин. Подъ 60° сѣверной или южной широты самый долгій день на Юпитерѣ длится не больше 5 ч. 15 минутъ. А полуночное солнце здѣсь можно увидѣть только подъ 87° широты.

Всѣ образованія, какія мы наблюдаемъ на поверхности Юпитера, носятъ временный характеръ. Поэтому невозможно составить карту этой планеты, какъ это сдѣлано для Марса или луны. Въ различные годы видъ Юпитера очень сильно измѣняется. Можно даже предположить, что на его поверхности совершаются мощные перевороты. Перевороты эти, вѣроятно, подчинены опредѣленнымъ періодамъ. На рисункѣ, сдѣланномъ *Кассини* въ 1665 году, можно различить на дискѣ Юпитера три полныхъ полосы. Изъ нихъ нижняя (сѣверная) самая широкая, а верхняя (южная) лишь на немного уже. По срединѣ широкаго пояса, лежащаго между этими двумя полосами, можно замѣтить еще одну полосу или черту. Она очень узка, мѣстами прерывается, но, все же, пересѣкаетъ дискъ отъ одного

края до другого. Въ 1647 г. *Гевелій* не замѣтилъ никакого слѣда этихъ полосъ, хотя онъ видѣлъ темныя пятна. Напротивъ, въ 1690 году *Кассини* описываетъ кромѣ обѣихъ главныхъ полосъ еще нѣсколько узкихъ полосъ. Но полосы эти не пересекаютъ всего диска планеты. XVIII вѣкъ не даетъ намъ никакихъ точныхъ наблюденій относительно полосъ Юпитера. Такъ продолжалось вплоть до *Гершеля*. Послѣдній часто наблюдалъ обѣ главныя полосы къ сѣверу и къ югу отъ экватора Юпитера. Но онъ замѣчаетъ также (1793), что однажды онъ наблюдалъ Юпитера совершенно безо всякихъ полосъ. Въ 1822 году *Груйтуйзенъ* срисовалъ Юпитера. На этомъ рисункѣ мы находимъ обѣ главныя полосы, а къ сѣверу и къ югу отъ нихъ еще по двѣ болѣе слабыя полосы. *Груйтуйзенъ* впервые упоминаетъ также о красновато-коричневой окраскѣ главныхъ полосъ. *Медлеръ* наблюдалъ Юпитера въ ноябрѣ 1834 года. Онъ замѣтилъ на немъ двѣ широкія полосы. Кромѣ того, въ сѣверной полосѣ онъ нашелъ два темныхъ пятна, которыми *Медлеръ* воспользовался для опредѣленія продолжительности вращенія. Полоса эта къ концу года утратила свою интенсивность. Въ февралѣ 1835 года она исчезла совершенно. А оба темныхъ пятна продолжали существовать. Напротивъ, южная полоса постепенно становилась все темнѣе и темнѣе. Даже днемъ можно было наблюдать ее вполне отчетливо. Въ декабрѣ, въ теченіе нѣсколькихъ дней, она раздѣлилась на двѣ полосы. Такимъ образомъ, теперь на Юпитерѣ снова оказалась двойная полоса съ промежуточнымъ свѣтлымъ поясомъ. Къ концу пятидесятихъ годовъ на Юпитерѣ снова появилось нѣсколько темныхъ полосъ, раздѣленныхъ свѣтлыми промежутками. Какъ показываютъ рисунки *Секки* и *Ласселя*, образованіе полосъ на планетѣ не носило особенно интенсивнаго характера. Въ 1870 г. *Глидхиллъ* (Gledhill) срисовалъ Юпитера съ довольно широкимъ, темнымъ экваторіальнымъ поясомъ. Въ этомъ поясѣ, словно крупныя жемчужины, вытянулись въ рядъ яйцеобразныя, свѣтлыя облака. А къ сѣверу и къ югу отъ этого темнаго пояса можно было замѣтить еще нѣсколько узкихъ полосъ. Съ этого времени мы имѣемъ уже въ своемъ распоряженіи болѣе точныя наблюденія и рисунки. Эти работы принад-

лежать дру *Лозе*. Онъ пользовался при этомъ большимъ рефракторомъ Боткампской обсерваторіи. Эти работы всегда будутъ служить исходной точкой для всякихъ дальнѣйшихъ изслѣдованій относительно физическихъ свойствъ Юпитера. Вотъ что говоритъ *Лозе* о своихъ наблюденіяхъ 1871 года:

„Первое, что бросилось въ глаза при взглядѣ на блестящую желтоватымъ свѣтомъ планету, это была широкая, темная полоса, занимавшая область экватора. Окраску ея было трудно опредѣлить. Другіе наблюдатели обозначали ее самыми различными именами. Каждое изъ этихъ именъ содержитъ долю истины. Но только всѣ вмѣстѣ могутъ они дать правильное представленіе. Нужно, все же, помнить, что окраска является слабой и очень нѣжной. Вотъ эти различныя обозначенія окраски полосы: желтовато-красный, сѣровато-коричневый, красноватый, желтоватый, охристо-желтый, красно-бурый, красновато-коричневый и мѣдно-красный. Если судить по старымъ наблюденіямъ, этой окраски раньше не было у полосъ Юпитера. Точно также и экваторіальная область описывается, какъ самое свѣтлое мѣсто на планетѣ, а не какъ темное. Ширина указанной выше полосы измѣнялась. Это показали произведенныя измѣренія. Въ дальнѣйшемъ мы будемъ вообще называть полосу „экваторіальной полосой“. На серединѣ полосы ширина равнялась приблизительно $\frac{1}{6}$ полярнаго діаметра. Въ большинствѣ случаевъ эта темная полоса, окрашенная въ слабый красноватый цвѣтъ, была покрыта рядомъ вытянувшихся въ одну линію бѣлыхъ пятенъ. Пятна эти были расположены вдоль южнаго ея края. Въ здѣшній телескопъ легко было различить, что тутъ передъ нами образованія облачнаго характера. Они сильно различались своей формой и величиной. Это ясно показываютъ рисунки. Длина самыхъ большихъ изъ этихъ облаковъ колебалась между 2500—3000 географическихъ миль. Такимъ образомъ они обладали громаднымъ объемомъ. Яркость ихъ измѣнялась: часто ихъ можно было различить только съ трудомъ, а иногда они испускали ослѣпительный свѣтъ. Въ большинствѣ случаевъ облака, расположенныя по серединѣ диска, казались самыми свѣтлыми. Но бывало и такъ, что облака, лежащія въ сторонѣ, обладали большей яркостью, нежели

среднія. Въ одномъ изъ такихъ случаевъ можно было даже предположить, что эти облака плавали на различной высотѣ. Поэтому свѣтъ ихъ, проходя черезъ атмосферу планеты, ослабляется не въ одинаковой степени. Кромѣ описаннаго ряда облаковъ, который занималъ южную сторону экваторіальной полосы, на послѣдней часто можно было наблюдать еще другія облака меньшей яркости. Число этихъ облаковъ очень сильно колебалось. Однако, иногда ихъ бывало такъ много, что полоса мало отличалась отъ свѣтлыхъ частей диска планеты. Граница экваторіальной полосы съ сѣвера и юга иногда бывала обозначена рѣзко. Въ такомъ случаѣ она была нѣсколько темнѣе другихъ частей полосы. Иногда же граница обозначалась неясно. По срединѣ диска планеты полоса была видна яснѣе всего. А ближе къ восточному и западному краю ея едва можно было прослѣдить. Эту особенность обнаруживаютъ и всѣ другія появляющіяся на планетѣ полосы. Причина этого кроется въ томъ, что планета окружена очень высокой и сильно поглощающей атмосферой. Что же касается положенія экваторіальной полосы, то изъ произведенныхъ измѣреній выяснилось слѣдующее: линія, дѣлящая экваторіальную полосу по ея длинѣ пополамъ, не проходитъ черезъ центръ диска планеты, она всегда бываетъ нѣсколько отклонена къ югу. По временамъ это отклоненіе становилось настолько значительнымъ, что его едва-ли можно объяснить наклоненіемъ оси Юпитера относительно линіи зрѣнія“.

Послѣ этого *Лозе* продолжалъ свои наблюденія надъ Юпитеромъ. Въ 1881 году онъ пришелъ къ выводу, что по отношенію къ Юпитеру можно говорить только объ одной широкой, рѣзко обозначенной экваторіальной полосѣ. Полоса эта простирается почти на одинаковое разстояніе къ сѣверу и къ югу отъ экватора. Сѣверная и южная граница въ большинствѣ случаевъ отличаются болѣе интенсивной окраской. А дальше, ближе къ срединѣ, наблюдались ряды облаковъ, которыя отчасти скрывали красноватый тонъ, свойственный поясу. Другіе наблюдатели представляли эти отношенія въ такомъ видѣ. Они допускали существованіе двухъ обособленныхъ экваторіальныхъ полосъ — сѣверной и южной. Какъ и остальные полосы планеты, онѣ но-

сятъ будто бы временный характеръ. „Я никогда не раздѣлялъ такого взгляда — продолжаетъ д-ръ Лозе. Я пользовался при своихъ наблюденіяхъ большею частью сильными телескопами. Экваторіальный поясъ представлялся мнѣ поэтому, какъ одно цѣлое, обладавшее значительнымъ постоянствомъ. Точно также и фотографическіе снимки планеты подтверждаютъ этотъ взглядъ, такъ какъ химическое дѣйствіе свѣта, исходящаго отъ экваторіальнаго пояса, всегда существенно отличается отъ дѣйствія другихъ частей поверхности планеты. Юпитеръ, какъ извѣстно, вращается чрезвычайно быстро, и физическія основанія въ связи съ этимъ точно также говорятъ въ пользу моего пониманія. Но если даже оставить это въ сторонѣ, то, все же, допущеніе единого обособленнаго экваторіальнаго пояса вноситъ большую простоту и точность въ описаніе процессовъ, совершающихся на экваторѣ“.

Если разсматривать рисунки Лозе, сдѣланные имъ за время 1870—1881 гг., то нельзя сомнѣваться въ томъ, что на Юпитерѣ въ то время была одна широкая, темная экваторіальная полоса, усѣянная по серединѣ рядомъ свѣтлыхъ облаковъ. Но, очевидно, не всегда было такъ. Да и въ настоящее время этого уже нѣтъ. По крайней мѣрѣ, осенью 1890 года я наблюдалъ на Юпитерѣ двѣ темныхъ полосы. Сѣверная полоса была наиболѣе темная и имѣла красновато-коричневую окраску. Ниже ея, къ сѣверу, лежалъ самый свѣтлый поясъ планеты. Въ то же время экваторіальный поясъ былъ не свѣтлѣ большинства остальныхъ свѣтлыхъ частей планеты. По моему мнѣнію, въ экваторіальномъ поясѣ Юпитера въ теченіе періода, обнимающаго много лѣтъ, происходятъ правильныя измѣненія. Такимъ образомъ на планетѣ появляется то одинъ широкой, темный экваторіальный поясъ, покрытый свѣтлыми облаками, то два узкихъ главныхъ пояса. Эти послѣдніе расположены на довольно большомъ разстояніи къ сѣверу и къ югу отъ экватора.

Этотъ взглядъ былъ высказанъ уже въ 1887 году Ламеємъ. Послѣдній такъ изображаетъ эту періодичность. Пятна Юпитера указываютъ на періодъ въ $5\frac{2}{5}$ подобно тому, какъ солнечныя пятна обнаруживаютъ періодъ въ

11¹/₉ года. Передъ главныхъ максимумомъ полосы лежатъ вдоль Юпитера, тѣсно прилегая другъ къ другу. Затѣмъ онѣ раздѣляются и удаляются другъ отъ друга. Въ то же время между ними появляются узкія полосы. Обѣ главныя полосы продолжаютъ свое движеніе по направленію къ болѣе высокимъ широтамъ на Юпитерѣ. Постепенно полоса южнаго полушарія, которая въ большинствѣ случаевъ менѣе рѣзко отграничена, исчезаетъ. По крайней мѣрѣ, для нашихъ обыкновенныхъ инструментовъ. Затѣмъ полосы снова образуются постепенно. Онѣ сливаются на экваторѣ и начинаютъ новый циклъ. Последнее соединеніе на экваторѣ, по мнѣнію *Ламея*, повидимому, достигло своего максимума въ концѣ марта 1885 г. Такимъ образомъ, новое соединеніе обѣихъ полосъ на экваторѣ должно было произойти въ 1890 году. Однако, какъ показали наблюденія, какъ разъ въ это время обѣ сѣрыхъ полосы далеко отстояли другъ отъ друга. По моему мнѣнію, періодъ гораздо длиннѣе, онъ длиннѣе даже періода солнечныхъ пятенъ. Чтобы выяснитъ точнѣе этотъ вопросъ, придется еще въ теченіе нѣсколькихъ десятилѣтій внимательно изучать и срисовывать планету.

Особенный интересъ представляетъ появленіе въ экваторіальномъ поясѣ Юпитера яйцеобразныхъ свѣтлыхъ облаковъ. Эти образованія ускользнули отъ вниманія прежнихъ наблюдателей. Вѣроятно, причиной этому послужила недостаточная сила ихъ инструментовъ. Впервые мы встрѣчаемъ эти образованія на одномъ рисункѣ, сдѣланномъ *Груйтуйзеномъ* 12 февраля 1838 года. Затѣмъ ихъ наблюдали въ 1850 и 1851 годахъ *Лассель* и *Даусъ*. Но только д-ръ *Лозе* изслѣдовалъ и срисовалъ ихъ точнѣе. Этотъ послѣдній замѣчаетъ, что особенно часто появляются они во время максимума солнечныхъ пятенъ. Это согласуется также съ наиболѣе раннимъ наблюденіемъ *Груйтуйзена*. Полосы пріобрѣтаютъ наиболѣе яркую окраску ко времени образованія яйцеобразныхъ свѣтлыхъ облаковъ. Впрочемъ, окраску эту легко замѣтитъ и въ другое время. Лучше всего можно наблюдать ее, какъ я нашелъ, въ томъ случаѣ, если отыскать Юпитера днемъ и примѣнять слабое увеличеніе. Тогда можно различать не только красновато-коричневую

окраску, но и различные зеленоватые и голубоватые пояса на планетѣ.

Въ серединѣ 1878 года на южномъ полушаріи Юпитера появилось громадное пятно красновато-коричневаго цвѣта. Въ теченіе цѣлаго ряда лѣтъ оно сохраняло свою яркую окраску. Да и въ настоящее время оно еще не исчезло. Въ первое время своего существованія, отъ іюля до ноября 1879 года, пятно, по наблюденіямъ *Шмидта* въ Аѳинахъ, часто измѣняло свою длину въ теченіе періода въ 51 день. Но затѣмъ оно оставалось замѣтно постояннымъ. Изъ наблюденій надъ этимъ пятномъ отъ ноября 1879 года и до сентября 1880 года *Шмидтъ* опредѣлилъ время вращенія планеты въ 9 часовъ 55 мин. 34 секунды. Это очень близко сходится съ результатами прежняго наблюденія *Медлера* (1835 г.). Наблюденія *Лозе*, продолжавшія болѣе долгое время, показываютъ, что положеніе краснаго пятна нѣсколько измѣнялось въ теченіе 1878—1881 годовъ. Такъ, продолжительность вращенія пятна въ 1881 г. была на 4 секунды дольше, нежели въ 1879—80 г. Уже со временъ *Кассини* извѣстно, что темныя пятна на Юпитерѣ въ различное время обнаруживаютъ различную продолжительность вращенія. А такъ какъ продолжительность вращенія самой планеты остается неизмѣнной, то темныя пятна, очевидно, должны обладать собственнымъ движеніемъ. Другими словами, бури, происходящія въ атмосферѣ Юпитера, увлекаютъ ихъ съ собой. Очень большое собственное движеніе обнаруживаютъ свѣтлыя пятна. *Шмидтъ* въ 1880 году наблюдалъ такое пятно. Его собственное движеніе въ направленіи съ запада на востокъ достигало 124 метровъ въ секунду. Это значительно превосходитъ скорость движенія нашихъ сильнѣйшихъ урагановъ. Д-ръ *Лозе* наблюдалъ то же самое свѣтлое облако въ экваторіальномъ поясѣ Юпитера въ теченіе 1880—1881 гг. Облако это имѣло изогнутую форму и протянулось по линіи, идущей отъ ряда южно-экваторіальныхъ облаковъ, къ верху (югъ). Оно напоминало своимъ видомъ головку трубки. Точное вычисленіе показало, что облако это заканчивало свое вращеніе въ 9 часовъ 50 минутъ, т. е., на 5—6 минутъ быстрѣе планеты. Слѣдовательно, оно устрем-

лялось въ направленіи къ востоку со скоростью въ 124 метра въ секунду. Это вполне совпадаетъ съ результатами, полученными *Шмидтомъ*. Такимъ образомъ, въ экваторіальной области Юпитера въ теченіе ряда лѣтъ наблюдался большой предметъ, напоминавшій своимъ видомъ облако. Вращался онъ гораздо быстрѣе краснаго пятна.

Замѣчательно, что уже *Кассини* въ 1692 году и позже *Шретеръ* въ 1787 году наблюдали подобныя же свѣтлыя облака въ экваторіальной области Юпитера. Вращеніе ихъ заканчивалось въ 9 час. 50 мин.—9 час. 51 мин. *Лозе* справедливо обращаетъ на это обстоятельство особенное вниманіе. Онъ замѣчаетъ, что эта продолжительность, повидимому, господствующая на экваторѣ, быть можетъ, въ болѣе мѣрѣ соотвѣтствуетъ истинной продолжительности вращенія Юпитера, нежели періодъ въ 9 часовъ 55,5 мин. Эта послѣдняя величина получена изъ наблюденій надъ темными пятнами въ болѣе высокой широтѣ. Чтобы лучше выяснитъ этотъ вопросъ, важно знать, случайно ли красное пятно покрыто бѣлыми облаками, или же послѣднія носятя ниже его. Наблюденія такого рода чрезвычайно рѣдки. Я знаю одно только наблюденіе, произведенное *Юнгомъ* при помощи большого рефрактора въ Принстонѣ. Въ этомъ случаѣ красное пятно было замѣтно только съ краевъ. Середина же, напротивъ, казалась свѣтлою, словно она была покрыта бѣлымъ облакомъ. Въ другомъ случаѣ опытный наблюдатель, пользовавшійся превосходнымъ пятидюймовымъ рефракторомъ, видѣлъ, какъ бѣлое облако покрывало въ одномъ мѣстѣ южную красновато-коричневую полосу. Оно какъ бы врѣзывалось въ нее.

Итакъ, свѣтлыя облака носятя, несомнѣнно, выше полосъ, и, вѣроятно, также выше краснаго пятна. Напротивъ, послѣднее носится выше темныхъ пятенъ, которыя иногда виднѣются въ полосахъ. Такъ, 20 іюля 1890 года *Стэнли Вильямсъ* наблюдалъ красное облако надъ темнымъ пятномъ.

Эти факты имѣютъ важное значеніе. Съ ними необходимо считаться всякой гипотезѣ относительно свойствъ поверхности Юпитера. Но допустимъ, что бѣлыя экваторіальныя облака носятя выше всего въ атмосферѣ этой

планеты. Это допущеніе я признаю правильнымъ. Въ такомъ случаѣ ихъ вращеніе не можетъ уже совпадать съ истинной продолжительностью вращенія Юпитера. Напротивъ, въ дѣйствительности, они обладаютъ указанной выше значительной скоростью больше 100 метровъ въ секунду. Раньше такую скорость, значительно превосходящую скорость урагановъ, съ полнымъ правомъ разсматривали, какъ доказательство того, что условія въ атмосферѣ Юпитера носятъ существенно отличный характеръ отъ нашихъ земныхъ условій. Однако, по новѣйшимъ даннымъ *О. Лессе* и въ высшихъ областяхъ земной атмосферы (10 миль надъ поверхностью) существуютъ воздушныя теченія, обладающія такой же и даже еще большей скоростью. Этимъ мы не хотимъ, конечно, сказать, что условія на поверхности Юпитера и даже самыя свойства его атмосферы въ болѣе глубокихъ слояхъ тѣ же, что и на нашей землѣ. Гораздо вѣроятнѣе предположить обратное. Замѣчательно, что край Юпитера никогда не бываетъ такъ отчетливо виденъ въ телескопъ, какъ это соотвѣтствуетъ силѣ примѣняемаго инструмента. Этотъ фактъ я могъ отмѣтить при многочисленныхъ наблюденіяхъ. Онъ подтверждается также наблюденіями *Ранъера*. Послѣдній, наблюдая нѣсколько покрытій лунъ Юпитера, нашелъ, что край Юпитера никогда не обозначается отчетливо, что отчасти онъ бываетъ прозраченъ, и по немъ разсѣяны области, кажущіяся болѣе темными. Многія другія наблюденія, повидимому, подтверждаютъ это.

Такъ, *Тоддъ*, наблюдавшій 5 октября 1878 года затменіе 4-й луны Юпитера, сообщаетъ: „Время исчезновенія было точно установлено. Но спутникъ, прежде чѣмъ окончательно исчезнуть, становился нѣсколько разъ невидимымъ“. 14-го сентября 1879 года *Турнеръ* наблюдалъ покрытіе звѣзды 64 въ Водолеѣ Юпитеромъ. Онъ такъ описываетъ свои наблюденія: „Въ моментъ соприкосновенія звѣзда исчезла не сразу. Казалось, словно она обладаетъ видимымъ дискомъ, на который постепенно надвигался край Юпитера. Скоро звѣзда стала видна только наполовину, а затѣмъ постепенно она совсѣмъ исчезла. Моментъ окончательнаго исчезновенія былъ 10 часовъ 47 мин. 47,6 сек.

Въ это время край Юпитера представлялся въ видѣ полнаго круга. Передъ этимъ звѣзда имѣла видъ небольшого выступа на краю. Постепенно выступъ этотъ становился меньше, пока не исчезъ окончательно. Время перваго соприкосновенія не было отмѣчено. Но я думаю, что промежутокъ между моментомъ соприкосновенія и исчезновеніемъ равнялся приблизительно 35 секундамъ. Во всякомъ случаѣ онъ былъ не меньше этого, а, быть можетъ, и больше. Спустя приблизительно 10 секундъ послѣ исчезновенія, звѣзду можно было видѣть сквозь атмосферу Юпитера. Она напоминала собой свѣтлое пятно, разсматриваемое черезъ матовое стекло. Постепенно и оно исчезло. Въ 12 часовъ 34 мин. 47 сек. я могъ ясно видѣть небольшой выступъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ можно было ожидать появленія звѣзды. Этотъ выступъ въ точности равнялся половинѣ дискообразной звѣзды, какой она казалась при своемъ исчезновеніи. Планета была въ это время покрыта облаками, и въ 12 часовъ 37 мин. 57 сек. звѣзда ясно обособилась отъ Юпитера. Небольшой выступъ, какой я видѣлъ за 3 минуты до этого, представлялъ собой, несомнѣнно, начало новаго появленія звѣзды“. Это покрытіе наблюдалъ также и *Элери*. Послѣдній сообщаетъ: „Звѣзда сперва, по видимому, коснулась края планеты. Въ этомъ положеніи ее можно было видѣть около 2 минутъ. Затѣмъ, образуя еще выступъ на краю планеты, она сразу выглянула. Казалось, словно она была покрыта туманомъ или паромъ и вполне проецировалась на край планеты. Она исчезла затѣмъ въ какія-нибудь 10 секундъ. Но на краю планеты оставался еще сосцевидный выступъ, казавшійся продолженіемъ самой планеты. Въ то же время не было замѣтно никакихъ признаковъ собственнаго звѣзднаго свѣта. Наконецъ, исчезъ и выступъ, и планетный дискъ принялъ рѣзкія очертанія“.

Эти и другія подобныя наблюденія приводятъ къ тому выводу, что видимый для насъ край диска Юпитера образуется матеріей, которую можно сравнить съ плотными облачными массами. Имѣется ли подъ этимъ твердое ядро,—этого мы не можемъ рѣшить. Во всякомъ случаѣ, спектроскопическія изслѣдованія показываютъ, что Юпитеръ окру-

женъ мощной атмосферой, въ которой темныя линіи поглощенія оказываются сильно расширенными и усиленными. Поэтому присутствіе въ этой атмосферѣ водяныхъ паровъ нужно считать въ высшей степени вѣроятнымъ. Въ то же время, согласно фотометрическимъ измѣреніямъ, Юпитеръ излучаетъ столько свѣта, словно вся его поверхность состоитъ изъ совершенно бѣлой бумаги. *Целльнеръ* первый вывелъ отсюда, что Юпитеръ обладаетъ еще отчасти собственнымъ свѣтомъ. Выводъ этотъ все больше и больше подтверждается новѣйшими наблюденіями. Точно также и *Лозе* думаетъ, что на Юпитерѣ сохранились еще громадныя запасы тепла. По его мнѣнію, эта величайшая планета солнечной системы представляетъ собой самый подходящий предметъ для изученія той ступени развитія міровыхъ тѣлъ, которая приходится между періодомъ охлажденія, какъ наша земля, и періодомъ самосвѣтющагося тѣла, подобно солнцу. Но Юпитеръ въ настоящее время гораздо болѣе походитъ въ этомъ отношеніи на землю, нежели на солнце. Проф. *Гузъ* въ Чикаго въ теченіе многихъ лѣтъ изучалъ Юпитера при помощи тамошняго большого телескопа. Онъ прямо говоритъ, что вопросъ о физическихъ свойствахъ Юпитера еще не выясненъ, что здѣсь мы стоимъ передъ тайной. Но онъ думаетъ, все же, что извѣстныя явленія можно было бы объяснить слѣдующей гипотезой: Поверхность планеты покрыта жидкой, почти до-бѣла раскаленной массой. Полосы, большое красное пятно и другія темныя пятна состоятъ изъ вещества, обладающаго болѣе низкой температурой. Яйцеобразныя, полярныя, бѣлыя пятна суть отверстія въ полужидкой корѣ. Эта гипотеза могла бы объяснить медленныя и постепенныя измѣненія, совершающіяся на поверхности Юпитера. А въ то же время измѣненія эти кажутся несовмѣстимыми съ простой атмосферной теоріей. Надъ жидкой поверхностью простирается атмосфера, въ которой образуются экваторіальныя бѣлыя пятна. Послѣднія по природѣ своей суть облака. Съ точки зрѣнія этой гипотезы, возникновеніе большого краснаго облака слѣдуетъ объяснить могучимъ изверженіемъ изъ нѣдръ планеты. При этомъ раскаленные массы были выброшены въ атмосферу. Эти массы находились первоначально въ парообразномъ

состояніи и обладали самой высокой температурой. Но затѣмъ онѣ охладились до состоянія краснаго каленія и вслѣдствіе своего удѣльнаго вѣса опустились въ относительно болѣе глубокіе слои атмосферы. Бѣлыя облака, носящіяся преимущественно надъ экваторіальнымъ поясомъ планеты, соотвѣтствуютъ массамъ очень легкихъ газовъ и паровъ, выброшенныхъ въ гораздо болѣе высокія области атмосферы Юпитера. Здѣсь они носятся съ большою скоростью. Быть можетъ, появленіе этихъ бѣлыхъ, яйцеобразныхъ облаковъ преимущественно въ извѣстные годы указываетъ, какъ мы уже упоминали объ этомъ, на періодическую дѣятельность на Юпитерѣ. Во всякомъ случаѣ, условія, существующія на поверхности Юпитера, нельзя сравнивать съ нашими, земными, условіями. Поэтому, ни въ какомъ случаѣ нельзя думать, что на Юпитерѣ могутъ обитать существа, подобныя намъ, людямъ. Допускать нѣчто подобное—это значило бы пренебрегать самыми точными данными науки.

Итакъ, это громадное тѣло уже въ теченіе неисчислимыхъ милліоновъ лѣтъ носится вокругъ солнца. И, все же, на его поверхности нѣтъ и слѣда органической жизни. А вотъ гораздо меньшая и болѣе юная земля уже давно населена живыми существами. И вѣнецъ созданія, человѣкъ, достигъ уже такой ступени умственнаго развитія, что онъ въ состояніи заглядывать въ прошлое и будущее обитаемаго нами мірового организма.

Наша планета, земля, имѣетъ одну только луну или спутника. А вокругъ исполинскаго Юпитера кружатся цѣлыхъ пять лунъ. Планеты, носящіяся за предѣлами орбиты Юпитера, имѣютъ еще большее число лунъ. Но тутъ нѣтъ рѣшительно ничего изумительнаго, если припомнить исторію возникновенія планетнаго міра.

Газообразные шары, изъ которыхъ въ теченіе милліоновъ столѣтій образовались верхнія планеты, Юпитеръ, Сатурнъ, Уранъ и Нептунъ, были съ самаго начала гораздо больше тѣхъ, что дали начало внутреннимъ планетамъ. Кромѣ того, первые газообразные шары обладали болѣе высокой температурой. Благодаря этому расширеніе газовъ было въ нихъ значительнѣе. Плотность ихъ была меньше. Иное наблюдалось въ тѣхъ газообразныхъ шарахъ, изъ кото-

рых образовались внутреннія планеты: Меркурій, Венера, земля и Марсъ: охлажденіе и концентрація вещества должны были достигнуть въ нихъ болѣе высокой степени.

Отсюда ясно уже, что вторичные газообразные шары, давшіе въ послѣдствіи начало планетамъ Юпитеру, Сатурну и т. д., гораздо легче и чаще должны были отдѣлять отъ себя кольца, нежели туманные массы, отъ которыхъ произошла Венера и земля. Марсъ съ двумя своими лунами занимаетъ въ этомъ отношеніи какъ бы среднее положеніе. Такимъ образомъ, существованіе большаго числа лунъ у верхнихъ планетъ вполнѣ понятно съ точки зрѣнія *лапласовой* теоріи возникновенія нашей солнечной системы. Мы можемъ усматривать въ этомъ новое, косвенное доказательство въ ея пользу.

Изъ пяти лунъ Юпитера четыре отстоятъ отъ него на большемъ разстояніи, нежели наша земля отъ луны:

		Разстояніе отъ центра Юпитера:	
1-ая луна		57.500	геогр. миль.
2-ая "		91.400	" "
3-ая "		145.800	" "
4-ая "		256.500	" "
5-ая *) "		24.000	" "

Масса Юпитера очень велика. Поэтому эти луны обращаются вокругъ него въ гораздо болѣе короткое время, нежели наша луна вокругъ земли:

		Истинное время обращенія.			
1-ая луна		1 день	18 часовъ	27 мин.	33,5 сек.
2-ая "		3 дня	13 "	13 "	42,0 "
3-ая "		7 дней	3 "	42 "	33,4 "
4-ая "		16 "	16 "	32 "	11,3 "
5-ая "		—	11 "	57 "	23,06 "

Юпитеръ со своими спутниками представляетъ намъ картину солнечной системы въ небольшомъ масштабѣ. Всѣ движенія, наблюдающіяся въ планетной системѣ, отражаются

Пятая луна была открыта *Барнардомъ* въ 1892 году при помощи Ликовскаго рефрактора.

Примѣчаніе переводчика.

въ маломъ размѣрѣ въ движеніяхъ и возмущеніяхъ лунъ Юпитера. Уже вскорѣ послѣ изобрѣтенія зрительной трубы былъ открытъ этотъ малый міръ Юпитера. Это открытіе очень сильно содѣйствовало распространенію коперниковаго міросозерцанія. Дѣйствительно, въ данномъ случаѣ люди могли наблюдать въ зрительную трубу центральное міровое тѣло, вокругъ котораго обращались въ различное время четыре меньшихъ тѣла. Такимъ образомъ, въ далекихъ небесныхъ пространствахъ передъ тѣлесными взорами людей развертывалась здѣсь точная копія того, что давно уже созерцалъ своимъ духовнымъ взоромъ во всей солнечной системѣ безсмертный каноникъ изъ Торна, геніальный *Коперникъ*.

Наблюденія доставили намъ, такимъ образомъ, массу цѣннаго матеріала. Матеріалъ этотъ касается какъ взаимно-отношенія между пятью лунами Юпитера, такъ и ихъ отношенія къ этому послѣднему. Онъ выясняетъ также и индивидуальную природу каждой изъ этихъ лунъ.

Первая луна Юпитера имѣетъ около 500 миль въ поперечникѣ. Слѣдовательно, поперечникъ ея немного, на $\frac{1}{11}$, больше поперечника нашй, земной, луны. Масса ея, по изслѣдованіямъ *Лапласа*, составляетъ около $\frac{1}{57.700}$ массы Юпитера. А такъ какъ эта послѣдняя въ 305 разъ больше земной массы, то масса первой луны Юпитера равняется, приблизительно, $\frac{1}{190}$ массы нашей земли. Масса нашей луны составляетъ, приблизительно, $\frac{1}{80}$ земной массы. Такимъ образомъ, массы первой луны Юпитера и земной луны относятся другъ къ другу, какъ 80 : 190 или какъ 1 : $2\frac{3}{8}$. Слѣдовательно, несмотря на свои значительные размѣры, эта луна Юпитера сама по себѣ легче нашей земной луны. Она должна, слѣдовательно, состоятъ изъ вещества меньшей плотности, нежели земная луна. Плотность ея составляетъ $\frac{1}{5}$ плотности земли. Она, слѣдовательно, очень близка къ плотности Юпитера и воды. Какъ у всѣхъ шарообразныхъ небесныхъ тѣлъ, такъ и у этой луны плотность возрастаетъ съ приближеніемъ къ центру. Слѣдовательно, на ея поверхности не можетъ быть никакихъ твердыхъ веществъ такого же удѣльнаго вѣса, какимъ обладаетъ земля. Тутъ не можетъ быть даже капельно-жидкой воды. Мы знаемъ уже, что то же самое

имѣть силу и относительно Юпитера. Въ то же время мы имѣли полное основаніе указать на то, что поверхность Юпитера, благодаря его громаднымъ размѣрамъ, до сихъ поръ еще не охладилась. Но этого вывода нельзя распространить на спутниковъ Юпитера. Дѣйствительно, въ силу одного и того же основанія должна была охладиться какъ наша земля, такъ и луны Юпитера: незначительные размѣры ихъ массъ. Но допустимъ это. Какъ же объяснить въ такомъ случаѣ блестящій яркій свѣтъ первой луны Юпитера? Объясняется это тѣмъ, что твердое ядро этой луны окружено громаднымъ, мощнымъ сплошнымъ слоемъ облаковъ. Но имѣемъ ли мы вообще основаніе предполагать это? Я могу сослаться только на результаты спектроскопическихъ наблюдений, какія *Фогель* производилъ надъ лунами Юпитера. Изъ нихъ видно, что полосы поглощенія, характерныя для спектра Юпитера, встрѣчаются также и у его лунъ. Отсюда, далѣе, вытекаетъ, что и первая луна Юпитера обладаетъ приблизительно той же степенью жара, какъ и самъ Юпитерь. Что же дальше слѣдуетъ отсюда? А, очевидно, то, что образованіе этой луны Юпитера (а, быть можетъ, также и остальныхъ лунъ), какъ самостоятельнаго шарообразнаго спутника, есть событіе сравнительно недавняго прошлаго. Вѣроятно, эти луны Юпитера возникли лишь въ то время, когда уже образовалась вся нынѣшняя планетная система. Наша земная луна не только давно уже существовала въ это время, но, быть можетъ, была уже близка къ охлажденію. Это необходимо вытекаетъ изъ того, что наша луна давно уже охладилась, хотя по своему объему она почти равна первой лунѣ Юпитера. Представьте себѣ, что мы могли бы наблюдать Юпитера въ наши телескопы въ то время, когда наша земля переживала кембріійскую или силурийскую эпоху. Весьма вѣроятно, что въ этомъ случаѣ мы могли бы замѣтить вокругъ Юпитера кольцо. На первый взглядъ такой выводъ кажется, конечно, нѣсколько смѣлымъ. Но я замѣчу только, что въ этомъ случаѣ мы увидели бы ту же самую картину, какую въ наши дни ежедневно представляетъ планета Сатурнъ.—Уже старшій *Кассини* обратилъ вниманіе на то, что отдѣльныя луны Юпитера, въ томъ числѣ и первая, обнаруживаютъ различный

блескъ, въ зависимости отъ того положенія, какое онѣ занимаютъ на своей орбитѣ. Старшій *Гершель* настойчиво старался дальше развить эту мысль. Онѣ начертилъ орбиты лунъ Юпитера и отмѣтилъ на нихъ тѣ точки, гдѣ луны обнаруживали наибольшій и наименьшій свой блескъ. Такимъ путемъ онѣ выяснилъ, что первая луна Юпитера обладаетъ наибольшей яркостью тогда, когда она находится между точкой соединенія и точкой наибольшаго удаленія къ востоку. Этотъ фактъ легко объяснить. Стоитъ только допустить, что эта луна въ извѣстныхъ частяхъ своей поверхности уже покрыта твердой, шлаковидной корой, и что время ея вращенія около оси совпадаетъ со временемъ обращенія вокругъ Юпитера. При такихъ условіяхъ она должна періодически обращать къ намъ то свою свѣтлую, то свою темную сторону, и время наибольшаго блеска должно совпадать съ однимъ и тѣмъ же положеніемъ луны на ея орбитѣ. Было бы интересно выяснитъ путемъ новыхъ наблюдений, соотвѣтствуютъ ли данныя *Гершеля* нынѣшнему положенію вещей. Въ этомъ случаѣ можно было бы сдѣлать выводъ, что шлаковые массы достигли уже значительной твердости, что луна, слѣдовательно, быстро идетъ навстрѣчу полному охлажденію. Въ шестидесятыхъ годахъ астрономъ *Энгельманъ* занялся изслѣдованіемъ яркости лунъ Юпитера. Онѣ нашелъ, что способность отраженія у нихъ подвержена измѣненіямъ. Однако, отклоненія эти настолько неправильны, что для внутреннихъ лунъ нельзя установить періодичности.

Вторая луна Юпитера по своей величинѣ почти совершенно равна нашей лунѣ. Но средняя плотность ея составляетъ всего только $\frac{2}{3}$ плотности земли. Если, поэтому, плотность ея вдвое больше плотности первой луны Юпитера, то она, въ то же время, втрое меньше, нежели у земной луны. Можно допустить, что эта луна, въ среднемъ, обладаетъ вдвое большей плотностью, нежели плотность воды. Въ телескопъ она представляется звѣздой съ голубовато-бѣлымъ свѣтомъ. Также и у этой луны *Гершель* нашелъ періодическое измѣненіе свѣта. Наибольшей своей яркости она достигаетъ приблизительно въ той же части орбиты, какъ и первая луна. Но колебанія яркости у этой второй

луны были еще менѣе значительны, нежели у первой луны.

Третья луна Юпитера—самая большая и самая яркая изъ всѣхъ. Ея діаметръ равняется 746 милямъ. А такъ какъ масса ея составляетъ $\frac{9}{100.000}$ массы Юпитера, то средняя ея плотность равняется $\frac{3}{10}$ плотности земли, или она, приблизительно, въ $1\frac{4}{5}$ раза больше плотности воды. Цвѣтъ ея желтоватый, похожій на цвѣтъ Юпитера. Однако, иногда я видѣлъ ее совершенно красноватой. Особенно замѣтнаго измѣненія яркости она не обнаруживаетъ. *Гершель*, правда, думалъ, что ему удавалось замѣчать нѣчто подобное. Но его наблюденія недостаточно опредѣленны, чтобы можно было опереться на нихъ. Да и наблюденія *Энгельмана* не подтвердили ихъ. *Секки* при помощи своего громаднаго телескопа сдѣлалъ очень интересныя наблюденія надъ этой луной. Въ этомъ отношеніи ему благопріятствовало чрезвычайно ясное небо Рима. Телескопъ давалъ увеличеніе въ 1.000 разъ. При такомъ увеличеніи этотъ спутникъ казался такимъ же большимъ, какой кажется луна невооруженному глазу. Римскій астрономъ нашелъ, что его сплюснутость равняется $\frac{2}{5}$. Если признать это наблюденіе точнымъ, то фактъ этотъ самъ по себѣ представляется совершенно исключительнымъ во всей солнечной системѣ. Дѣйствительно, наибольшей сплюснутостью обладаютъ планеты Сатурнъ и Уранъ. А ихъ сплюснутость не достигаетъ даже $\frac{1}{10}$. Но допустимъ, дѣйствительно, что третья луна Юпитера обладаетъ такой значительной сплюснутостью, какъ это сообщаетъ *Секки*. Въ такомъ случаѣ, весьма вѣроятно, что эта луна должна обладать быстрымъ вращеніемъ около оси. Вѣдь иначе нельзя было бы объяснить эту значительную сплюснутость. Дѣйствительно, *Секки* удалось также замѣтить на дискѣ этой луны пятна. Изъ движенія этихъ пятенъ онъ могъ заключить, что эта луна совершаетъ свое движеніе около оси значительно быстрѣе, нежели это вообще наблюдается у лунъ. При этомъ время вращенія совпадаетъ со временемъ обращенія. Однако, этотъ послѣдній результатъ, *повидимому*, только еще болѣе подтверждаетъ большую сплюснутость, нежели это есть въ дѣйствительности. Не трудно вычислить теоретически сплюснутость небеснаго

тѣла. Для этого необходимо знать его величину и массу, время вращенія. При этомъ предполагается, что плотность тѣла повсюду одинакова. Это послѣднее предположеніе, конечно, не соотвѣтствуетъ дѣйствительности. Но, при допущеніи быстрого вращенія и сильной сплюснутости, вычисленіе даетъ, все же, результаты, мало отличающіеся отъ истинныхъ. Такимъ путемъ мы получаемъ сплюснутость въ $\frac{1}{10}$. Истинная сплюснутость мало отличается отъ этого. Но, разъ сплюснутость извѣстна, легко, наоборотъ, вычислить продолжительность вращенія. Такой именно случай представляетъ намъ третья луна Юпитера. Произведя вычисленія, мы найдемъ, что при указанной *Секки* сплюснутости соотвѣтствующая продолжительность вращенія равняется 2 часамъ 30 минутамъ. Результатъ этотъ, слѣдовательно, только приблизительный. Но онъ не можетъ быть такъ малъ, т. е., продолжительность вращенія ни въ какомъ случаѣ не могла бы равняться 5 часамъ. Мы предполагаемъ, конечно, при этомъ, что сплюснутость указана вѣрно. Но такая короткая продолжительность вращенія совершенно не подтверждается наблюденіями *Секки*. Поэтому остается только допустить, что указанная *Секки* сплюснутость третьей луны Юпитера представляетъ просто ошибку. Или же нужно признать ошибочными наблюденія надъ пятнами, имѣющимися на дискѣ этого спутника. Дѣйствительныя пятна, существующія на поверхности этой луны, должны были бы вращаться гораздо быстрее.

Четвертая луна Юпитера по своей величинѣ уступаетъ только третьей. Діаметръ ея равняется 639 милямъ. Такъ какъ, по *Лапласу*, ея масса составляетъ $\frac{1}{23.000}$ массы Юпитера, то плотность ея равняется $\frac{1}{4}$ земной плотности, или она въ $1\frac{1}{2}$ раза больше плотности чистой воды. Яркость этой луны не такъ значительна, какъ этого можно было ожидать, судя по ея величинѣ. Иногда она представляется самою блѣдною изъ всѣхъ лунъ Юпитера. Въ другое время, какъ я могъ наблюдать, она превосходила своимъ блескомъ всѣ остальные луны. Цвѣтъ ея сѣровато-бѣлый. *Гершель* утверждаетъ, что иногда ему удавалось наблюдать у этой луны красноватое мерцаніе. 21 и 24 марта 1871 года *Фогель* изслѣдовалъ спектръ этой луны на Боткампской

обсерваторіи. Онъ оказался чрезвычайно слабымъ и начинался только съ линіи D. Слѣдовательно, красной части спектра нельзя было замѣтить. Не было также и фіолетоваго конца. Спектръ ограничивался только средней частью между линіями F и G солнечнаго спектра. Онъ состоитъ, слѣдовательно, только изъ желтой, зеленой и свѣтло-голубой частей нормальнаго солнечнаго спектра. Или, другими словами, четвертая луна Юпитера посылаетъ въ значительномъ количествѣ только желтые, зеленые и голубые, лучи. Остальные же она поглощаетъ. Истинный цвѣтъ этой луны бѣлый съ голубовато-зеленымъ оттѣнкомъ. Поглощеніе красныхъ и голубовато-фіолетовыхъ лучей солнечнаго свѣта доказываетъ существованіе значительной атмосферы вокругъ четвертой луны Юпитера. Этотъ выводъ подтверждается еще тѣмъ, что въ видимой части ея спектра встрѣчается нѣсколько темныхъ полосъ (полосы поглощенія). Въ солнечномъ спектрѣ онѣ являются болѣе слабыми. Вѣроятно, эта луна состоитъ изъ твердаго ядра небольшихъ размѣровъ и высокой плотной атмосферы. При наблюденіяхъ мы видимъ не это твердое ядро, а лишь внѣшнюю границу парообразной атмосферы. Если бы эта оболочка была чисто газообразной, то она не имѣла бы внѣшней неизмѣнной границы. Дѣйствительно, газообразная атмосфера простирается въ пространство безгранично. Въ то же время ея давленіе и плотность непрестанно уменьшаются. Но это совершенно непримѣнимо къ водянымъ парамъ и туману, такъ какъ водяной паръ не представляетъ собой газа или пара въ физическомъ смыслѣ, а состоитъ изъ мелкихъ водяныхъ капелекъ.

Въ лунахъ Юпитера иногда усматривали примѣръ мудро выполненной системы. Слабый свѣтъ солнечныхъ лучей искупается де здѣсь большимъ числомъ лунъ, которыя непрестанно освѣщаютъ по ночамъ эту исполинскую планету. Не трудно доказать полную несостоятельность и наивность этого вывода. Дѣйствительно, ночи на Юпитерѣ очень коротки, и только за 87° сѣверной или южной широты продолжительность ночей достигаетъ 10 часовъ и болѣе. Но и помимо того луны Юпитера или совсѣмъ не могли бы выполнять приписываемой имъ роли, или же онѣ

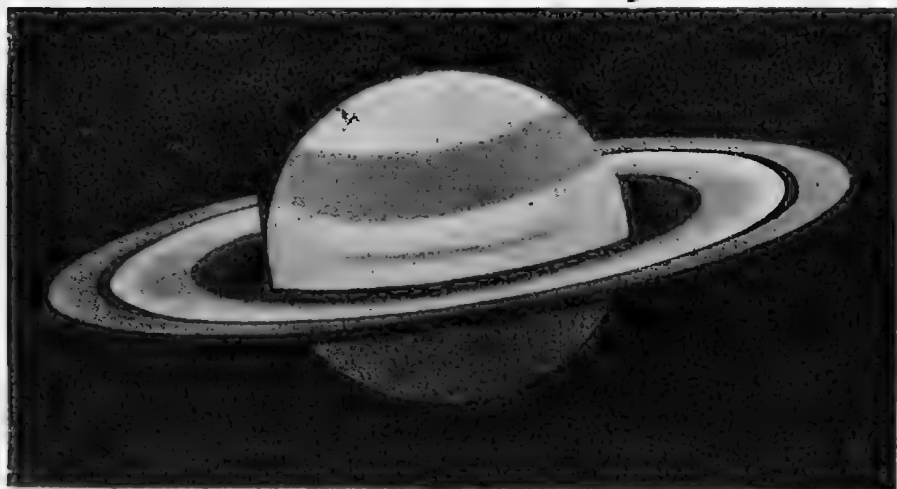
выполняли бы ее чрезвычайно плохо. Четыре внутренних луны никогда не обращаютъ къ Юпитеру своего вполнѣ освѣщеннаго диска: когда должно наступить полнолуніе, онѣ обыкновенно попадаютъ въ тѣнь, отбрасываемую Юпитеромъ, и подвергаются затменію. Но и во время остальныхъ фазъ отдѣльныя части поверхности Юпитера освѣщаются лишь скудно. Самая яркая, первая, луна освѣщаетъ планету по ночамъ только въ теченіе шестой части времени своего обращенія вокругъ нея. Если сравнить теперь ея свѣтъ со свѣтомъ нашей луны, то окажется, что свѣтъ и этой внутренней луны Юпитера болѣе, чѣмъ въ 33 раза слабѣе свѣта земной луны. Свѣтъ второй луны Юпитера не составляетъ даже $\frac{4}{10}$ свѣта первой луны, свѣтъ третьей составляетъ едва $\frac{1}{6}$, а свѣтъ четвертой—едва $\frac{1}{20}$. Итакъ, ясно, что темныя ночи на Юпитерѣ освѣщаются слабо луннымъ свѣтомъ. И если на Юпитерѣ обитаютъ существа, подобныя намъ, людямъ, то имъ пришлось бы проводить ночи среди мрака. Или же они вынуждены были бы пользоваться искусственнымъ освѣщеніемъ.

* *
* *

6. Мы достигли теперь планеты *Сатурна*, самой крайней изъ извѣстныхъ древнимъ блуждающихъ звѣздъ. Свой оборотъ вокругъ солнца онъ совершаетъ въ 29 лѣтъ 5 часовъ $16\frac{1}{2}$ минутъ. Поэтому греки называли его „медлительной планетой“. Его среднее разстояніе отъ солнца составляетъ 190 милліоновъ миль. Наибольшее разстояніе равняется 203 мил., а наименьшее 181 мил. миль. Разстояніе отъ земли колеблется между 220 и 159 милліонами миль. Сила солнечнаго свѣта и солнечной теплоты составляетъ при наименьшемъ разстояніи Сатурна $\frac{6}{500}$, а при наибольшемъ— $\frac{5}{500}$ той силы, съ какою освѣщается наша земля.

По своей величинѣ и массѣ изъ всѣхъ планетъ Сатурнъ уступаетъ только Юпитеру. Экваторіальный діаметръ его равняется 15.900 географическимъ милямъ. Напротивъ, ось вращенія равняется только 14.300 милямъ. Сплюснутость $\frac{1}{10,2}$. Если сравнить объемъ Сатурна, какъ онъ получается изъ этихъ цифръ, съ объемомъ земли, то окажется, что сфероидъ Сатурна больше земного шара въ

780 разъ. Это громадное тѣло составляетъ только $\frac{1}{3500}$ солнечной массы. Слѣдовательно, по своей массѣ Сатурнъ больше земли только въ 92 раза. Средняя плотность Сатурна составляетъ только $\frac{1}{8}$ средней плотности земли. Это составляетъ приблизительно около $\frac{3}{4}$ плотности воды. Эта необычайно малая средняя плотность не встрѣчается ни у какой другой планеты. Она въ высшей степени замѣчательна. Фактъ этотъ еще болѣе характеренъ для индивидуальной природы Сатурна, нежели для Юпитера.



Сатурнъ и система его колецъ.

Подобно Юпитеру, у Сатурна можно замѣтить въ телескопъ рядъ сѣрыхъ полосъ, параллельныхъ экватору. Онѣ тянутся вокругъ всего шара планеты и обнаруживаютъ перерывы и новообразования. Въ этихъ полосахъ встрѣчаются болѣе темныя части и извѣстныя узловатыя уплотненія. Это обстоятельство дало возможность великому наблюдателю *Вильяму Гершелю* опредѣлить продолжительность вращенія Сатурна. По его вычисленію, она равна 10 часамъ 29 минутамъ 17 секундамъ. Слѣдовательно, общая продолжительность дня и ночи на Сатурнѣ нѣсколько длиннѣе, нежели на Юпитерѣ.

Зимой 1876—77 года на Сатурнѣ появилось бѣлое

облако. Его наблюдалъ проф. *Холль* въ Вашингтонѣ. Онъ нашелъ, что продолжительность вращенія Сатурна равна 10 часамъ 14 минутамъ 24 секундамъ.

Существованіе атмосферы вокругъ Сатурна вѣроятно уже само по себѣ. Но имѣется и прямое доказательство существованіе этой атмосферы. Какъ у Юпитера и Марса, такъ и у Сатурна никогда не удается прослѣдить пятенъ и полосъ вплоть до краевъ этой планеты. Согласно принципамъ фотометріи, это обстоятельство доказываетъ существованіе атмосферы на Сатурнѣ. Этотъ выводъ подтверждается результатами спектроскопическаго изслѣдованія. Въ этомъ отношеніи усердно изучалъ Сатурна *Секки*. Онъ нашелъ въ красной части этого спектра рѣзкую, совершенно черную полосу. Наружный красный конецъ спектра не имѣлъ ясно обозначенной границы. Тутъ встрѣчались слѣды другой полосы. Между красной и желтой частями можно было различить черную линію, которая напоминаетъ линію D. Въ спектрѣ Сатурна можно замѣтить также фраунгоферовы линіи E, b, F. Точно также и *Фогель* находитъ разницу между спектромъ Сатурна и солнечнымъ спектромъ. Напротивъ, онъ имѣетъ большое сходство со спектрѣмъ Юпитера. *Секки* установилъ, что большая черная полоса въ красной части спектра свойственна только Сатурну. Она представляетъ собой полосу поглощенія, которая указываетъ на громадную и плотную атмосферу планеты. Несомнѣнно, въ спектрѣ Сатурна существуетъ еще цѣлый рядъ другихъ, но болѣе тонкихъ линій поглощенія. Ихъ можно было бы увидѣть въ томъ случаѣ, если бы наши инструменты отличались большей точностью и силой. Уже прежніе наблюдатели, въ особенности *Кассини*, приписывали Сатурну значительную атмосферу. Ихъ натолкнуло на это сдѣланное ими наблюденіе, что небольшія неподвижныя звѣзды, приближаясь къ краю планеты, становились значительно менѣ яркими. Но это уменьшеніе яркости есть лишь кажущееся явленіе. Возникаетъ оно вслѣдствіе несовершенства человѣческаго глаза. Очень яркій предметъ не только порождаетъ на сѣтчаткѣ нашего органа зрѣнія яркій образъ себя самого. Помимо этого, вокругъ полученнаго образа появляется мерцаніе, охватывающее большую или

меньшую площадь. Представьте себѣ, что образъ второго предмета падаетъ на тѣ мѣста сѣтчатки, которыя освѣщены указаннымъ мерцаніемъ. Очевидно, онъ не можетъ уже распространяться по прилежающему участку съ такой же силой, какъ это было бы въ томъ случаѣ, если бы окружающая часть сѣтчатки была темна. Теперь представьте себѣ, что на темномъ небесномъ фонѣ ярко свѣтитъ небольшая звѣзда. Въ такомъ случаѣ, блескъ ея долженъ уже въ силу указаннаго несовершенства глаза уменьшаться, разъ въ непосредственной близости отъ нея появляется другая очень яркая звѣзда. Примѣните теперь это къ Сатурну. Ясно, что причину наблюдающагося уменьшенія яркости слѣдуетъ искать не въ атмосферѣ Сатурна, а въ только что выясненной физиологической особенностях. Кромѣ того, на разстояніи Сатурна отъ земли предметъ величиною въ 92 нѣмецкихъ мили бываетъ виденъ подъ угломъ въ $\frac{1}{10}$ одной дуговой секунды. Вспомните, далѣе, что древніе наблюдатели должны были пользоваться длинными, напоминающими духовые инструменты, зрительными трубами. Въдь они не могли даже получить яснаго образа предмета, угловой діаметръ котораго равняется $\frac{1}{10}$ секунды. Имъ казалось, далѣе, что небольшія неподвижныя звѣзды начинаютъ утрачивать свою яркость уже на разстояніи нѣсколькихъ секундъ отъ края Сатурна. На этомъ основаніи вы можете уже судить, какую высоту и плотность слѣдовало бы приписать атмосферѣ Сатурна. Такимъ образомъ, заслуга доказательства существованія атмосферы на Сатурнѣ всецѣло принадлежитъ новѣйшимъ астрономамъ. Итакъ, плотность Сатурна необыкновенно мала. Его нынѣшняя температура вѣроятно, еще очень высока. Въ то же время число его лунъ велико. Но этого мало. У Сатурна мы встрѣчаемъ еще систему колецъ, которыя концентрически окружаютъ планету. Это явленіе напоминаетъ намъ изначальныя времена существованія солнечной системы. Правда, въ эту сѣдую эпоху всѣ планеты, сопутствуемыя лунами, обладали кольцами. Но въ настоящее время изъ всѣхъ блуждающихъ звѣздъ только одинъ Сатурнъ сохранилъ кольца. Наибольшій діаметръ этихъ колецъ равняется 36.870 милямъ, внутренній діаметръ равенъ 24. 520 милямъ. Слѣдовательно, ширина системы ко-

лецъ равна 6.175 милямъ. Толщины ея нельзя опредѣлить путемъ прямыхъ наблюденій, такъ какъ она слишкомъ незначительна. Когда солнце стоитъ отвѣсно надъ ея краемъ, или если земля находится въ плоскости колецъ, то исчезаетъ вся эта система колецъ. Благодаря большому числу очень точныхъ наблюденій *Бесселю* удалось, все же, опредѣлить массу колецъ. Она равняется, по его мнѣнію, $\frac{1}{118}$ массы самого Сатурна. Если среднюю плотность колецъ принять равной плотности Сатурна, то можно вычислить толщину системы колецъ. Мы получимъ тогда приблизительно 30 миль. Но, вѣроятно, плотность колецъ меньше средней плотности главной планеты. Слѣдовательно, ихъ толщина нѣсколько больше.

Система колецъ Сатурна никогда не представляется намъ въ видѣ полного круга: она всегда кажется намъ болѣе или менѣе эллиптической. Она представлялась бы намъ въ видѣ полного круга въ томъ случаѣ, если бы плоскость колецъ была перпендикулярна къ плоскости эклиптики. Въ дѣйствительности же плоскость колецъ Сатурна образуетъ съ плоскостью земной орбиты уголъ въ $28^{\circ} 10'$. Видъ колецъ Сатурна измѣняется, въ зависимости отъ того, въ какомъ созвѣздіи находится планета. Когда она стоитъ въ созвѣздіи Тельца и Скорпіона, кольцо представляется наиболѣе широкимъ. Въ этомъ случаѣ оно касается края планетнаго диска въ двухъ точкахъ. Если же Сатурнъ находится въ созвѣздіи Льва и Водолея, то кольцо принимаетъ видъ узкой линіи, которую можно различить только въ исключительномъ случаѣ въ очень сильный телескопъ.

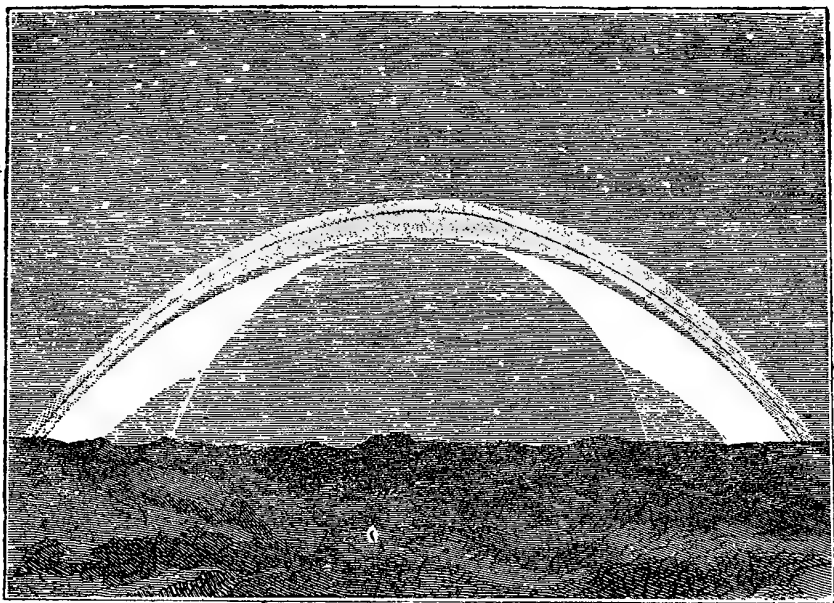
Болѣе точное изслѣдованіе системы колецъ показало, что она распадается на два концентрическихъ круга, раздѣленныхъ широкой щелью. Это — такъ называемая, щель *Кассини*. Ширина этой щели равняется приблизительно 180 нѣмецкимъ милямъ. Внутреннее кольцо, по мѣрѣ приближенія къ этой щели, становится все блѣднѣе. Наконецъ, оно начинаетъ походить на сѣрую полосу, находящуюся на планетѣ. Эта щель сохраняетъ неизмѣнный видъ вотъ уже болѣе двухъ сотъ лѣтъ. Нѣкоторые наблюдатели полагали, что помимо этой щели имъ удавалось иногда видѣть еще другіе очень узкіе и едва замѣтные промежутки. Въ іюнѣ

1780 года *Гершель* видѣлъ на западной дужкѣ кольца нѣсколько тонкихъ дѣлений. Но на другой половинѣ кольца онъ не могъ ихъ замѣтить. Точно также и впослѣдствіи ему не удалось ихъ снова наблюдать. Спустя сорокъ пять лѣтъ капитанъ *Катеръ*, какъ ему казалось, замѣтилъ на наружной поверхности кольца рядъ щелей. 25 апрѣля 1837 года *Энке* снова замѣтилъ на поверхности наружнаго кольца щель. Раньше никто не наблюдалъ этой щели. Иногда она становится незамѣтной даже для самыхъ сильныхъ новѣйшихъ телескоповъ. Въ срединѣ ноября 1850 года *Бондъ* замѣтилъ между внутреннимъ краемъ кольца и поверхностью Сатурна новое, блѣдное, почти прозрачное кольцо. Оно казалось облачнымъ. По микрометрическимъ измѣреніямъ *Секки*, это туманное кольцо отстояло отъ ближайшей точки поверхности Сатурна едва на 1.200 миль. Какъ впослѣдствіи выяснилось, это замѣчательное кольцо наблюдали въ свои несовершенные инструменты *Пундъ* и *Гадлей*. Отсюда съ нѣкоторой вѣроятностью можно сдѣлать выводъ, что за послѣдніе сто лѣтъ это кольцо стало значительно блѣднѣе. Существуетъ мнѣніе, что система колецъ Сатурна подвергается значительнымъ внутреннимъ измѣненіямъ. Этотъ взглядъ подтверждается замѣчательными искривленіями, какія по временамъ наблюдаются на ней. Эти искривленія иногда бываютъ очень значительны. Это подтверждаютъ наблюденія *Кассини*, *Гершеля* и другихъ. *Шретеръ* въ 1774 году наблюдалъ на узкомъ краю кольца рядъ свѣтлыхъ точекъ. Въ теченіе восьмичасового наблюденія онѣ не измѣнили своего положенія. Въ февралѣ, мартѣ и апрѣлѣ 1862 года *Швабе* много занимался изученіемъ Сатурна и его колецъ. Въ теченіе всего этого времени кольцо почти непрестанно имѣло видъ конуса, обращеннаго вершиной на востокъ. *Швабе* заключилъ отсюда, что кольца Сатурна не вращаются. Къ такому же выводу еще раньше пришелъ *Шретеръ* на основаніи своихъ наблюденій. Но такой выводъ трудно примирить съ законами всеобщаго тяготѣнія. Вѣдь если бы это исполинское кольцо не вращалось, оно давно уже низринулось бы на планету. Напротивъ, *Вильямъ Гершель* пришелъ къ выводу, что кольца Сатурна совершаютъ одинъ оборотъ вокругъ своего

центрального тѣла въ 10 часовъ 32¹/₄ мин. Онъ опирался въ этомъ случаѣ на свои наблюденія 1790 года надъ выступами, возвышавшимися въ видѣ горъ надъ поверхностью колецъ. Предположимъ, что одна изъ лунъ Сатурна обращается вокругъ него на такомъ же разстояніи, на какомъ отстоитъ отъ него середина кольца. Вычислимъ теперь время обращенія это луны. Оно будетъ равняться 11¹/₁₀ часа. Это число довольно близко подходитъ къ результату, полученному *Гершелемъ*. Это совпаденіе было бы еще ближе, если бы мы сдѣлали весьма вѣроятное предположеніе, что кольца Сатурна сравнительно еще не стары и въ настоящее время находятся еще въ огненно-жидкомъ состояніи. Впрочемъ, спектръ колецъ Сатурна отличается отъ спектра самой планеты: въ немъ недостаетъ характерной темной полосы, лежащей въ красной его части. Это замѣтилъ уже *Фогель*. Полученные ими результаты были вполне подтверждены затѣмъ *Киллеромъ*, который производилъ наблюденія при помощи громаднаго рефрактора Ликовской обсерваторіи. Отсюда нужно сдѣлать тотъ выводъ, что вокругъ кольца или совсѣмъ нѣтъ газообразнаго слоя, или же слой этотъ обладаетъ очень малой высотой или плотностью. Къ какому же выводу можно придти на основаніи изученія исторіи возникновенія солнечной системы? Кольца будутъ непрестанно охлаждаться. Въ то же время они будутъ все болѣе и болѣе сжиматься, и скорость вращенія ихъ будетъ увеличиваться. Наконецъ, настанетъ моментъ, когда они разорвутся и дадутъ начало новой лунѣ.

Какой видъ представляетъ кольцо Сатурна для возможныхъ обитателей этой планеты? Вычисленіе показываетъ, что въ полярныхъ поясахъ совсѣмъ не видно внутренняго кольца. Далѣе, въ чрезвычайно многихъ мѣстахъ здѣсь не видно также и внѣшняго кольца. На экваторѣ Сатурна можно видѣть только внутренній край кольца и нѣкоторые изгибы на его поверхности. Такимъ образомъ, система колецъ представляется здѣсь въ видѣ очень узкой дуги, мѣстами расширяющейся. Дуга эта тянется по небу съ востока черезъ зенитъ къ западу. Между экваторомъ и полюсомъ кольцо кажется небольшимъ кругомъ, положеніе котораго на небѣ остается неизмѣннымъ для каждаго мѣста. Благо-

даря существованію кольца освѣщеніе планеты теряетъ очень много. Свѣтъ его вообще очень слабъ. Но и помимо того этотъ свѣтъ можетъ служить планетѣ въ такое время, когда онъ менѣе всего необходимъ для нея. Этотъ періодъ совпадаетъ съ короткими лѣтними ночами. А зимой система колецъ, напротивъ, отнимаетъ у Сатурна значительную часть солнечнаго свѣта и порождаетъ солнечныя затменія. Длятся эти затменія въ теченіе нѣсколькихъ зе-



Видъ кольца съ поверхности Сатурна подъ 28° широты.

мныхъ лѣтъ. Подъ $23\frac{1}{2}^{\circ}$ широты, благодаря существованію кольца, на Сатурнѣ не падаетъ ни одинъ солнечный лучъ. Если, слѣдовательно, кольцу указана особая цѣль, то цѣль эта, несомнѣнно, не можетъ заключаться въ томъ, чтобы возмѣщать Сатурну недостатокъ солнечнаго свѣта. Человѣкъ, оставаясь на землѣ, изумляется виду кольца Сатурна, онъ разсматриваетъ его, какъ своего рода украшеніе планетной системы. Но если бы мы могли перенестись на Сатурнъ, то мы съ полнымъ основаніемъ стали бы сожалѣть по поводу существованія этого кольца. Это можетъ слу-

жить новымъ доказательствомъ справедливости той мысли, что при созданіи планетной системы соображенія о человѣческихъ удобствахъ не играли никакой роли.

Но и кольцо не получаетъ никакой выгоды отъ Сатурна. Дѣйствительно, этотъ послѣдній лишаетъ его въ теченіе лѣта значительной части солнечнаго свѣта. Сатурнъ, правда, отчасти освѣщаетъ зимой кольцо. Каждая сторона кольца совсѣмъ не освѣщается солнцемъ въ теченіе $14\frac{3}{4}$ земныхъ лѣтъ. Въ то же время другая половина непрестанно освѣщена солнечными лучами. Исключеніе составляютъ лишь тѣ моменты, когда на нее падаетъ тѣнь Сатурна. Въ теченіе $14\frac{3}{4}$ -лѣтной ночи кольца освѣщаются Сатурномъ. Происходитъ это по періодамъ, которые равны продолжительности вращенія. Въ серединѣ каждаго періода бываетъ освѣщенъ весь дискъ Сатурна. Только тѣнь кольца раздѣляетъ дискъ на два пояса и узкій промежуточный поясъ. Полярныя области Сатурна въ теченіе зимы бываютъ погружены въ мракъ непрестанной ночи. Онѣ никогда не бываютъ видны съ кольца.

Вокругъ Сатурна носятся, насколько мы знаемъ, девять лунъ. Но онѣ имѣютъ для насъ небольшое значеніе, такъ какъ ихъ отличительныя черты почти совершенно неизвѣстны намъ. Здѣсь необходимо отмѣтить одинъ замѣчательный фактъ: почти полное исчезновеніе восьмой луны Сатурна въ восточной части ея орбиты. Этотъ фактъ былъ отмѣченъ уже *Касинни* и *Маральди*. Затѣмъ то же самое нашли *Гершель* и *Шретеръ*. Эти наблюденія напоминаютъ намъ о подобномъ же фактѣ съ лунами Юпитера. Выше мы говорили уже объ этомъ.

Девятый, самый отдаленный отъ планеты, спутникъ свѣтится гораздо слабѣе всѣхъ остальныхъ. Онъ былъ открытъ въ 1899 году профессоромъ *Пикерингомъ* съ помощью фотографическихъ пластинокъ. Онъ пользовался при этомъ громаднымъ фотографическимъ телескопомъ обсерваторіи въ Ареквипа. Въ астрономическомъ мірѣ долго ничего не слыхали объ этомъ спутникѣ. Но вотъ въ концѣ лѣта 1904 года Гардварская обсерваторія оповѣстила міръ, что въ Ареквипа вновь удалось сфотографировать эту луну. Благодаря этому удалось точно вычислить ея путь. Тогда про-

фессоръ *Барнардъ* сталъ отыскивать эту чрезвычайно слабо свѣтящуюся луну въ исполинскій телескопъ Іеркской обсерваторіи. 8 августа и 12 сентября 1904 года ему, дѣйствительно, удалось замѣтить маленькую, слабо свѣтящуюся точку на заранѣе вычисленномъ мѣстѣ. Она свѣтится слабѣе Гиперіона на 2—3 звѣздныхъ величины. Она представляетъ собой самое слабое изъ всѣхъ извѣстныхъ намъ тѣлъ солнечной системы. Поэтому, ея дѣйствительный поперечникъ не можетъ достигать значительной величины. Онъ едва ли превышаетъ 250 километровъ. Возможно, что имѣются еще другія луны Сатурна. Но онѣ должны обладать такимъ слабымъ свѣтомъ, что ихъ можно было бы открыть лишь съ помощью самыхъ сильныхъ фотографическихъ телескоповъ.

* * *

7. За Сатурномъ слѣдуетъ на разстояніи 383 миллионовъ миль отъ солнца планета *Уранъ*. Она была впервые открыта *Вильямомъ Гершелемъ* 13 марта 1781 года. Наибольшее разстояніе ея отъ солнца равно 404, наименьшее — 368 миллионамъ миль. Разстояніе отъ земли колеблется между 424 и 348 миллионами миль. Время обращенія Урана равняется 84 годамъ 7 днямъ 9 часамъ 22 минутамъ. Эта отдаленная планета слабо освѣщается и согрѣвается солнцемъ. Если за единицу принять силу солнечнаго свѣта на землѣ, то Уранъ, въ лучшемъ случаѣ, получаетъ всего только $\frac{1}{400}$. Несмотря на то, этотъ солнечный свѣтъ на Уранѣ въ 1500 разъ сильнѣе свѣта полнолуній.

Уранъ принадлежитъ къ большимъ планетамъ, такъ какъ его средній діаметръ равняется 7600 милямъ. По своему объему онъ превосходитъ землю въ 90 разъ. Но его масса всего только въ 15 разъ больше земной массы. Поэтому его средняя плотность составляетъ, приблизительно, $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$ средней плотности земли. Въ этомъ отношеніи, слѣдовательно, Сатурнъ превосходитъ планету Уранъ на небольшую величину, такъ какъ его средняя плотность равняется $\frac{1}{8}$ земной плотности. Дискъ Урана кажется однообразнымъ и тусклымъ. Только однажды удалось *Ласселю* съ помощью своего громаднаго зеркальнаго телескопа раз-

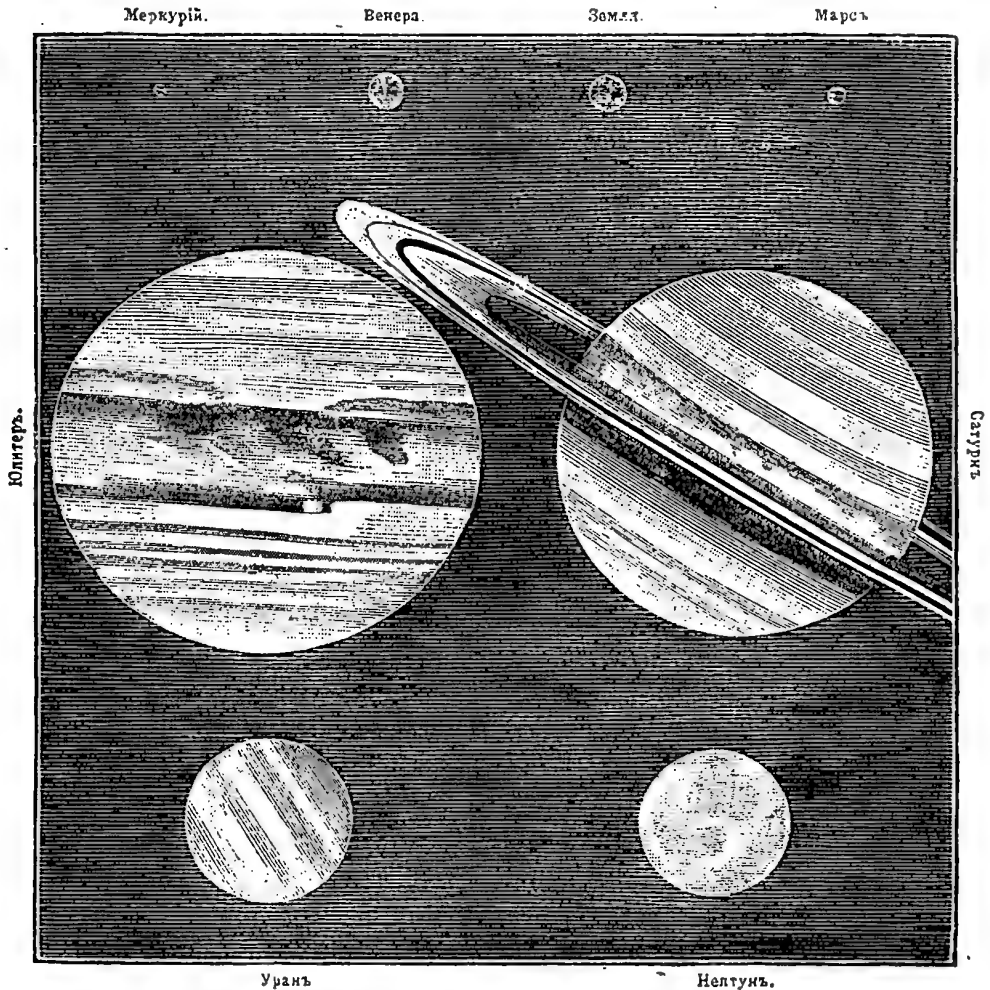
смотрятъ темный экваторіальный поясъ. Однако, *В. Буффамъ* заявляетъ, что въ январѣ 1870 и въ мартѣ 1872 года онъ наблюдалъ будто бы въ девятидюймовый зеркальный телескопъ свѣтлыя пятна на дискѣ Урана. На этомъ основаніи онъ вычисляетъ продолжительность вращенія планеты приблизительно въ 12 часовъ. Напротивъ, проф. *Ньюкомбъ* заявляетъ, что ему никогда не удавалось видѣть пятенъ или темныхъ тѣней на дискѣ Урана. Онъ пользовался при этомъ большимъ вашингтонскимъ рефракторомъ. Планета представлялась ему окрашенной въ однообразный зеленоватый цвѣтъ. Наблюденія, въ связи съ незначительной плотностью, говорятъ за то, что Уранъ представляетъ планету, которая еще не охладилась и обладаетъ даже въ слабой степени собственнымъ свѣтомъ. Фотометрическія изслѣдованія вполне подтверждаютъ это. Они показываютъ, что Уранъ отражаетъ, въ среднемъ, $\frac{3}{5}$ получаемыхъ имъ свѣтовыхъ лучей. Это почти столько же, сколько отражаетъ бѣлая бумага. Точно также и спектральный анализъ подтверждаетъ выводъ относительно огненно-жидкаго состоянія этой планеты. *Секки* впервые наблюдалъ спектръ Урана въ мартѣ 1869 года. Онъ нашелъ, что благодаря своимъ значительнымъ полосамъ поглощенія онъ сильно отклоняется отъ общаго типа планетнаго спектра. Въ мартѣ 1870 года *Фогель* изслѣдовалъ подробно спектръ Урана. Онъ также нашелъ, что спектръ пересѣкается своеобразными линіями поглощенія. Измѣренія этого астронома показали, что середина одной темной полосы очень точно совпадаетъ съ линіей F солнечнаго спектра. Другая очень широкая, темная полоса, повидимому, соотвѣтствуетъ полосѣ поглощенія, которая вызывается нашей атмосферой и бываетъ замѣтна при низкомъ стояніи солнца надъ горизонтомъ. То же самое слѣдуетъ сказать относительно широкой, но слабой полосы, которая замѣтна позади линіи F. Существованіе атмосферы на Сатурнѣ съ несомнѣнностью доказывается присутствіемъ полосъ поглощенія въ спектрѣ. *Фогель* при своихъ работахъ надъ спектромъ Урана исходилъ изъ той мысли, что въ его атмосферѣ могутъ быть низшія формы кислородныхъ соединений азота. Онъ болѣе точно опредѣлилъ затѣмъ положеніе тѣхъ полосъ погло-

щенія, которыя вызываются въ спектрѣ такого рода соединеніями. Однако, въ данномъ случаѣ не получилось удовлетворительнаго совпаденія съ полосами, наблюдающимися въ спектрѣ Урана.

До сихъ поръ не удалось сдѣлать никакихъ точныхъ наблюденій относительно пятенъ на дискѣ Урана. Поэтому нельзя сказать ничего достовѣрнаго относительно времени его вращенія. Однако, эта планета довольно быстро вращается около своей оси. Это доказывается уже ея сплюснутостью. Послѣднюю отмѣтилъ уже *Гершель*. Но болѣе точно опредѣлилъ ее *Медлеръ*. По его вычисленіемъ, она равняется $\frac{1}{10}$. А отсюда вытекаетъ, что продолжительность вращенія не короче $7\frac{1}{4}$ и не долѣе $12\frac{1}{2}$ часовъ. Скорость паденія тѣла на поверхности Урана въ первую секунду равняется $13\frac{1}{2}$ футамъ. Слѣдовательно, она на $\frac{1}{10}$ меньше, нежели у насъ на землѣ. Точно также и вѣсъ тѣла на Уранѣ на $\frac{1}{10}$ меньше, нежели у насъ. Другими словами, нашъ фунтъ будетъ вѣсить на Уранѣ всего только $\frac{9}{10}$ фунта.

Вокругъ Урана носятся четыре луны. Онѣ чрезвычайно малы и блѣдны. *Гершелю* удалось наблюдать только самыя яркія среди нихъ. Онъ говоритъ, что онѣ представляютъ собой самыя слабыя свѣтовые точки, какія онъ когда-либо наблюдалъ на небѣ. *Лассель* открылъ двѣ внутреннія луны при помощи своего могучаго зеркальнаго телескопа. Впослѣдствіи ихъ удалось наблюдать съ помощью 26-дюймоваго рефрактора въ Вашингтонѣ, а также и въ другіе очень большіе инструменты. Эти маленькія луны едва-ли могли бы представлять для насъ какой-либо интересъ, если бы онѣ не отличались одной поразительной неправильностью. Дѣло въ томъ, что плоскости ихъ орбитъ почти перпендикулярны къ плоскости орбиты Урана. Отсюда, по аналогіи съ лунами остальныхъ планетъ, нужно сдѣлать выводъ, что экваторъ Урана почти перпендикуляренъ къ орбитѣ этой планеты, и что полюсы вращенія лежатъ почти въ плоскости орбиты. Благодаря этому обстоятельству возникаютъ замѣчательнѣйшія отклоненія отъ обыкновеннаго теченія климатическихъ условій, какъ мы ихъ знаемъ у другихъ планетъ. Затѣмъ на Уранѣ разстояніе даннаго мѣста отъ экватора нисколько не вліяетъ на его

климатическія условія. Напротивъ, любое мѣсто представляетъ тѣ же климатическія условія, какъ и всякое другое. Какъ экваторіальныя области, такъ и полюсы дважды въ году (имѣется въ виду годъ Урана) имѣютъ солнце въ



Главныя планеты солнечной системы.

зенитѣ. Въ началѣ весны и осени, когда солнце стоитъ перпендикулярно надъ экваторомъ планеты, повсюду на поверхности Урана день долженъ быть равенъ ночи. Но вотъ солнце начинаетъ отклоняться отъ экватора, и все очень быстро измѣняется для экваторіальныхъ областей. Различіе

въ продолжительности дней и ночей становится все больше и больше. Вотъ таблица, указывающая продолжительность длиннѣйшаго дня для различныхъ уранографическихъ широтъ.

Широта.	Продолжительность длиннѣйшаго дня.
5°	2 ¹ / ₃ года.
10	4 ⁷ / ₁₀ „
15	7 „
20	9 ¹ / ₃ „
25	11 ⁷ / ₁₀ „
30	14 „
35	16 ¹ / ₃ „
40	18 ⁷ / ₁₀ „
45	21 „
50	23 ¹ / ₃ „
55	25 ⁷ / ₁₀ „
60	28 „
65	30 ¹ / ₃ „
70	32 ⁷ / ₁₀ „
75	35 „
80	37 ¹ / ₃ „
85	39 ⁷ / ₁₀ „
90	49 „

Мы знаемъ уже, что Уранъ далеко не въ избыткѣ пользуется солнечной теплотой. Мы знаемъ, далѣе, что эта планета находится вообще въ огненно-жидкомъ состояніи. Но, не говоря уже объ этомъ, одно чрезвычайно неблагоприятное положеніе его оси вращенія относительно плоскости орбиты и обусловленные этимъ исключительныя климатическія отношенія дѣлаютъ эту планету гораздо менѣе пригодной для жизни человѣка, нежели какую-либо другую блуждающую звѣзду.

* * *

8. *Нептунъ*, эта „вычисленная планета“, *) движется вокругъ солнца на разстояніи 600 миль.

*) Нептунъ былъ открытъ *Урбаномъ Леверрье* въ 1845 г. путемъ *вычислений*. Затѣмъ уже, на основаніи этихъ вычисленій, планету отыскалъ на небѣ берлинскій астрономъ *Галле*.

Прим. переводчика.

Сила солнечнаго свѣта на немъ въ 1000 разъ слабѣе, нежели у насъ на землѣ. Чтобы получить представленіе объ этомъ освѣщеніи, сравнимъ его съ земнымъ освѣщеніемъ въ тотъ моментъ, когда солнечный дискъ только что коснется нижнимъ краемъ горизонта. И вотъ освѣщеніе Нептуна въ 10 разъ слабѣе этого освѣщенія. Если бы поверхность Нептуна отражала свѣтъ въ той же степени, какъ земля, то эта планета представлялась бы намъ звѣздой 11 или 12 величины. Но, въ дѣйствительности, она принадлежитъ къ звѣздамъ 8 величины. Отражательная способность этой планеты гораздо больше, нежели у земли. Она достигаетъ почти $\frac{1}{2}$ и указываетъ на то, что Нептунъ въ настоящее время находится еще въ огненно-жидкомъ состояніи и окруженъ облачной атмосферой. Это подтверждается также незначительной плотностью: при діаметрѣ планеты въ 8400 миль, ея плотность составляетъ всего только $\frac{1}{8}$. Слѣдовательно, она равняется плотности Урана. До сихъ поръ у Нептуна не удалось открыть сплюснутости. Продолжительность его вращенія около оси должна быть, слѣдовательно, больше, нежели у Юпитера, Сатурна или Урана. Спектръ Нептуна содержитъ крайнѣ значительныя полосы поглощенія, въ особенности въ красной части. Полосы эти совпадаютъ съ полосами спектра Урана. Слѣдовательно, красные солнечные лучи сильно поглощаются на этой планетѣ. Невольно приходишь къ выводу, что эта планета окружена мощной туманной или облачной оболочкой. *Секки* думалъ даже, что ему удалось ясно разсмотрѣть въ свой большой телескопъ облачную границу Нептуна, хотя края этой планеты представляются расплывчатыми. Между тѣмъ какъ дискъ Марса, напр., отграничивается очень рѣзко. Однако, другіе наблюдатели не замѣтили ничего подобнаго, хотя они и пользовались прекрасными телескопами.

Нептунъ обладаетъ луной, которая совершаетъ одинъ оборотъ вокругъ него въ 5 дней 21 часъ 4 минуты. Объ этомъ спутникѣ мы знаемъ только, что онъ гораздо свѣтлѣе и, вѣроятно, больше лунъ Урана. Какъ и эти послѣднія, онъ движется въ обратномъ направленіи.



Заключеніе.

Мы пронесли мыслью по всей планетной системѣ, такъ какъ, согласно нашимъ современнымъ знаніямъ, Нептунъ представляетъ крайнюю границу планетнаго міра въ солнечной системѣ. На этомъ пути мы встрѣтили разнообразнѣйшія условія. Однако, условія эти чрезвычайно мало походятъ на наши, земныя, условія.

Куда бы мы ни обратили свои взоры въ планетной системѣ, повсюду мы встрѣчаемъ здѣсь такія условія, которыя не позволяютъ разсматривать эти міры, какъ мѣста, пригодныя для жизни существъ, подобныхъ земнымъ существамъ. Нигдѣ здѣсь не могли бы существовать организмы, состоящіе изъ тѣхъ же химическихъ элементовъ, изъ какихъ состоятъ земные организмы. Можно, конечно, допустить, что жизнь мыслима и въ другихъ формахъ и при другихъ химическихъ соединеніяхъ. Но такое допущеніе носило бы совершенно гипотетическій характеръ и было бы произвольнымъ. Допуская нѣчто подобное, мы совершенно покидаемъ почву фактовъ, мы уносимся въ такую область, которой избѣгаетъ каждый серьезный изслѣдователь. Мы должны исходить изъ научныхъ точекъ зрѣнія. А въ такомъ случаѣ мы необходимо придемъ къ выводу, что, согласно современнымъ нашимъ знаніямъ, живыя существа съ высшей организаціей могутъ существовать только на нашей землѣ. Этотъ выводъ, повидимому, совершенно противорѣчитъ господствующимъ въ настоящее время взглядамъ. Но отъ этого онъ не становится менѣе достовѣрнымъ.

Дѣйствительно, наша земля въ своемъ нынѣшнемъ состояніи одна изъ всѣхъ планетъ обладаетъ нѣкоторыми особенностями, которыя имѣютъ рѣшающее значеніе для нашего существованія. Правда, старое геоцентрическое міровоззрѣніе, которое нѣкогда царило среди людей, разъ навсегда разрушено успѣхами научнаго изслѣдованія. Дѣйствительно, было бы наивно вѣрить, что весь міръ созданъ ради земли, или, какъ это выражались раньше, *in majorem terrae gloriam*. Столь же ошибочно, думаю я, сходное, въ сущности, съ этимъ мнѣніе, что все существуетъ ради чело-вѣка, т. е., ради того мыслящаго существа, которое живетъ въ настоящее время на землѣ среди другихъ извѣстныхъ намъ органическихъ формъ. Я считаю, напротивъ, безспорнымъ фактомъ, что, согласно нашимъ нынѣшнимъ астрофизическимъ знаніямъ, живыя существа съ высшей организаціей изъ всѣхъ извѣстныхъ намъ планетъ могутъ обитать только на нашей землѣ. Правда, нѣкоторые основанія говорятъ въ пользу обитаемости другихъ міровыхъ тѣлъ. Но эти міровыя тѣла отнюдь не могутъ принадлежать къ нашей планетной системѣ. Нельзя руководиться и тѣмъ соображеніемъ, что нелѣпо де думать, что вся безчисленная масса небесныхъ тѣлъ существуетъ только для того, чтобы освѣщать маленькую землю, для того, чтобы явить обитателямъ земли зрѣлище усѣяннаго звѣздами небеснаго свода. Конечно, такое представленіе было бы слишкомъ наивно. Излишне даже опровергать его. Но нелѣпость такого взгляда не можетъ еще служить логическимъ основаніемъ въ пользу того мнѣнія, что мыслящія существа обитаютъ и на другихъ планетахъ. Чтобы показать нелѣпость защищаемаго нами взгляда, что только на землѣ обитаютъ мыслящія существа, воспользовались, между прочимъ, такимъ примѣромъ. На одномъ изъ далекихъ небесныхъ тѣлъ обитаетъ живое существо. Созерцая небесный сводъ, оно невольно произноситъ такія слова: Развѣ можно допустить, что живыя существа прежде всего должны населять эту маленькую, слабо свѣтящуюся точку, какой представляется земля? Развѣ можно предпочесть ее въ этомъ отношеніи другимъ, болѣе крупнымъ небеснымъ тѣ-

ламъ, исполненнымъ блеска и яркости?—Конечно, отвѣтимъ мы, никто не повѣритъ этому. Но вѣдь это рѣшительно ничего не доказываетъ. Да, это воображаемое существо, обитающее на далекомъ міровомъ тѣлѣ, меньше всего могло бы остановиться своею мыслью на этой слабо свѣтящейся звѣздочкѣ, землѣ. Но почему? Да, просто потому, что оно обладало бы недостаточными знаніями. Просто въ силу своего невѣдѣнія. Полагаться на приговоръ такого существа было бы равносильно дѣлать судьей невѣжду. Да, это существо отдастъ предпочтеніе какой-либо яркой, блестящей звѣздѣ, оно населитъ ее живыми созданіями. Но почему? Просто потому, что въ силу своего невѣдѣнія оно будетъ признавать наиболѣе пригодныя для этого самыя яркія звѣзды. Вѣдь существо это не знаетъ, что неподвижныя звѣзды суть раскаленные міровыя тѣла, и что поэтому здѣсь невозможна никакая органическая жизнь. Если бы оно знало, что органическая жизнь возможна только на планетахъ, то, вѣроятно, оно обратило бы свои взоры къ слабо свѣтящимся звѣздамъ. А если бы его взоръ упалъ на нашу планету, и если бы оно было знакомо съ ея свойствами, то именно эту слабо свѣтящуюся звѣздочку, землю, оно населило бы мыслящими существами. Итакъ, ясно, что, при правильной постановкѣ, указанный выше вопросъ долженъ привести къ совершенно инымъ результатамъ, которые могутъ только подтвердить защищаемый нами взглядъ.

Великій американскій астрономъ *Симонъ Ньюкомбъ* очень справедливо говоритъ по этому поводу: „Вообще, вѣроятность рѣшительно говоритъ противъ предположенія, что значительная часть небесныхъ тѣлъ можетъ служить мѣстомъ пребыванія такихъ организмовъ, какіе мы встрѣчаемъ на землѣ. Въ то же время число такихъ небесныхъ тѣлъ, которыя обладаютъ необходимыми условіями для существованія цивилизованныхъ существъ, въ концѣ концовъ, представляетъ ничтожнѣйшую долю всего цѣлага.

Этотъ выводъ покоится на предположеніи, что жизненные условія на другихъ міровыхъ тѣлахъ тѣ же, что и на землѣ. Можно, конечно, оспаривать такое предположеніе.

Можно противъ этого возразить, что мы, повидимому, не имѣемъ права замыкать въ слишкомъ тѣсныя границы мощь природы, ея способность приспособлять жизнь къ даннымъ условіямъ. Въдѣ на землѣ мы встрѣчаемъ большое разнообразіе жизненныхъ условій, и нѣкоторыя животныя могутъ жить тамъ, гдѣ другія гибнуть мгновенно. Все это, повидимому, ниспровергаетъ всѣ наши выводы относительно невозможности существованія нашихъ земныхъ организмовъ на другихъ планетахъ. Единственный путь отвѣтить научно на эти возраженія—это выяснить, не наталкивается ли многообразіе жизненныхъ условій на нашей землѣ на какія-либо преграды. Правда, понятіе „жизни“ лишено точности и опредѣленности. Однако, уже поверхностное изслѣдованіе показываетъ, что высшія формы животной жизни не могутъ одинаково успѣшно развиваться при всякихъ условіяхъ. Въ то же время, чѣмъ выше форма, тѣмъ болѣе ограничены условія ея существованія. Мы знаемъ, что ни одно существо, обладающее сознаниемъ, не можетъ развиваться иначе, какъ при совокупномъ вліяніи воздуха и воды и при извѣстныхъ температурныхъ условіяхъ, заключенныхъ въ очень тѣсныя границы. Въдѣ въ нѣдрахъ моря могутъ развиваться лишь такія жизненныя формы, которыя въ духовномъ отношеніи стоятъ на очень низкой ступени развитія. Дарованная человѣку природой способность приспособленія не безгранична: обитатели полярныхъ странъ не могутъ достигать высокой степени тѣлеснаго и духовнаго развитія. Да и высокая температура жаркаго пояса ставитъ извѣстныя границы развитію рода человѣческаго. Отсюда можно сдѣлать такой выводъ: Представьте себѣ, что на поверхности земного шара произошли большія измѣненія, что вся земля охладилась до температуры полюсовъ, или нагрѣлась до тропическаго жара, или она постепенно исчезла подъ нахлынувшими водами, или лишилась своей атмосферы. Что же будетъ тогда? Всѣ высшія формы животной жизни не смогутъ въ такомъ случаѣ приспособиться къ этимъ новымъ условіямъ. Не смогутъ возникнуть и новые организмы, которые стояли бы на столь же высокой ступени развитія. Нѣтъ ни малѣйшаго основанія предполагать, что въ водной стихіи могли бы развиваться

существа, стоящія на болѣе высокой ступени развитія, нежели рыбы. Нѣтъ, далѣе, основанія думать, что въ полярныхъ странахъ, этомъ царствѣ холода, могли бы существовать люди болѣе высокаго духовнаго облика, нежели эскимосы. Примѣнимъ теперь эти соображенія къ интересующему насъ вопросу. Мы придемъ тогда къ такому выводу: въ виду громаднаго разнообразія условій, которое, вѣроятно, господствуетъ во вселенной, только въ немногихъ благоприятныхъ мѣстахъ мы встрѣтили бы значительное и интересное развитіе жизни.

Почти къ такому же результату приводитъ насъ другое соображеніе, близкое къ только что развитому нами. Увлекающіеся писатели не задумываются населять планеты обитателями. Но этого мало. Они вычисляютъ даже возможное число жителей, сообразно съ числомъ квадратныхъ миль поверхности. Они допускаютъ даже существованіе на планетахъ астрономовъ, которые изслѣдуютъ нашу землю при помощи сильныхъ телескоповъ. Было бы смѣло совершенно отвергать возможность этого. Но въ то же время это допущеніе въ высшей степени невѣроятно, по крайней мѣрѣ, относительно какой-либо изъ нашихъ планетъ. Это доказываетъ уже самая молодость нашей, земной, цивилизаціи, если сравнить ее съ продолжительностью существованія земли въ качествѣ планеты. Вѣдь земля, вѣроятно, уже многіе милліоны лѣтъ носится по своей орбитѣ. А вѣдь чело-вѣкъ едва-ли обитаетъ на ней немногимъ дольше 10.000 лѣтъ. А возрастъ цивилизаціи не достигаетъ даже 5000 лѣтъ. Вѣдь всего двѣсти лѣтъ, какъ сталъ извѣстенъ телескопъ. Если бы „ангелъ“ слеталъ на землю черезъ каждыя десять тысячъ лѣтъ, дабы отыскать здѣсь мыслящихъ существъ, то ожиданіе его тысячи разъ оказывались бы обманутыми. По аналогіи мы можемъ предполагать, что такія же разочарованія постигли бы того, кто въ настоящее время предпринялъ бы подобное же путешествіе отъ планеты къ планетѣ, отъ системы къ системѣ, пока не посѣтилъ бы многія тысячи планетъ.

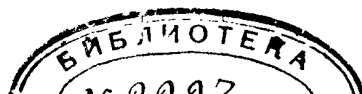
Отсюда вытекаетъ вѣроятный выводъ, что лишь сравнительно ничтожное число планетъ населено разумными су-

ществами. Конечно, число планетъ, возможно, слѣдуетъ считать сотнями миллионовъ. А тогда эта ничтожная дробь въ дѣйствительности должна представлять довольно большое число. На многихъ изъ этихъ планетъ могутъ обитать существа, которыя въ духовномъ отношеніи далеко превосходятъ насъ, людей земли. Здѣсь мы можемъ дать полную волю своему воображенію. Но нужно помнить, что наука ничего не можетъ сказать ни „за“, ни „противъ“ дѣйствительности этихъ порожденій нашей фантазіи“.

Окиньте бѣглымъ взоромъ вселенную и ея устройство, возникновеніе и постепенное развитіе туманностей и звѣздныхъ системъ! Какъ юна въ сравненіи со всѣмъ этимъ наша земля! Еще короче тотъ періодъ, въ теченіе котораго на землѣ живетъ родъ человѣческій. Допустимъ даже, что человѣкъ существовалъ уже въ третичный періодъ, хотя это далеко еще не доказано. Даже въ этомъ случаѣ человѣкъ представлялъ бы собой очень юное созданіе. Что же слѣдуетъ сказать относительно будущаго? Въ этомъ отношеніи физическое существованіе человѣка неотторжимо связано съ существованіемъ солнца. Еще задолго до того, какъ погаснетъ наше дневное свѣтило, пробьетъ послѣдній часъ жизни рода человѣческаго. Когда углубишься мыслью во все это, то невольно начинаешь изумляться, что родъ человѣческій вообще существуетъ, что онъ давно не погрузился уже въ потокъ прошлаго, или что удѣломъ его не является еще грядущее.

Только въ одномъ, можетъ найти себѣ удовлетвореніе какъ нашъ разумъ, такъ и наше чувство: Наше духовное существо призвано играть чрезвычайно важную роль во вселенной. Мы неотторжимо связаны со Всемогущимъ, призвавшимъ къ жизни вселенную, и намъ преуказана цѣль. Цѣль эта не ограничена брэнной землей, она не завершится ни послѣднимъ часомъ всего смертнаго въ насъ, ни гибелью той утлой ладьи, что несетъ насъ съ собой въ своемъ движеніи вокругъ солнца. Матеріальный міропорядокъ есть лишь одна сторона всеобщаго порядка и бытія созданій. Къ этому послѣднему принадлежитъ также духовное существо, которое нынѣ предстоитъ намъ въ брэнномъ

облаченіи тѣла. Превыше бренной земли и бренного солнца, превыше небесныхъ свѣтилъ, что въ ночные часа несутся по своимъ круговымъ путямъ надъ нашей головой,—превыше всего этого человѣческая душа. Ея удѣломъ является вѣчная жизнь: ибо, какъ говоритъ *Парацельсъ*, Господь пребываетъ въ ней.



Книжный складъ „ПРОВИНЦІЯ“.

С.-Петербургъ, Екатерининская, 4. Тел. 86—20.

Проф. Г. КЛЕЙНЪ.

АСТРОНОМИЧЕСКІЕ ВЕЧЕРА.

Переводъ І. А. Давыдова съ 6-го совершенно переработаннаго и значительно пополненнаго нѣмецкаго изданія.

414 стр. текста, 25 иллюстрацій, карта звѣзднаго неба.

Цѣна 1 руб. 25 коп.

Содержаніе 1. Зачатки астрономіи на Востоку. Астрологическія суевѣрія среднихъ вѣковъ. 2. Астрономія у грековъ. Гиппархъ и Птоломей. — Новое время: Коперникъ. 3. Изобрѣтеніе зрительной трубы. Линнерегей. — Галилей. — Процессъ Галилея. 4. Кеплеръ. — Его жизнь. — Открытіе законовъ небесныхъ движеній. 5. Ньютонъ. — Открытіе закона тяготѣнія. 6. Усовершенствованіе зрительной трубы. 7. Гершель, величайшій астрономъ-наблюдатель всѣхъ временъ. — Его жизнь и открытія. 8. Фраунгоферъ. 9. Бессель, идеаль современнаго астронома. 10. Гауссъ, царь математиковъ. Главныя его работы. — Вычисленіе орбиты планеты Цереры. 11. Энке. — Его педагогическая дѣятельность. 12. Секки, астрофизикъ. — Химія звѣздъ. 13—14. Солнце. Его энергія. Возрастъ солнца. — Температура солнца. — Солнечныя пятна и факелы. — Хромосфера и протуберанцы. Конецъ солнечной теплоты и солнечнаго свѣта. 15—17. Луна. Пятна на дискѣ луны. Пенельный свѣтъ. Свѣтлыя полосы и пятна, лучистые кратеры и кольцообразныя горы. Свѣтовая граница. Лунныя горы. — Температура на Лунѣ. — Лунныя моря. Лунныя вулканы. — Обитаема ли луна? 18. Внутреннія планеты: Меркурій, Венера, Марсъ. 19. Внешнія планеты: Юпитеръ, Сатурнъ, Уранъ, Нептунъ. Зодіакальный свѣтъ. 20. Кометы. — Комета Энке. Комета Бірды. 21. Кометы и падающія звѣзды. 22. Неподвижныя звѣзды. Онѣ суть солнца. 23. Созвѣздія. — Зодіакъ. — Названіе главнѣйшихъ звѣздъ. 24. Разстояніе звѣздъ отъ земли. 25. Классы звѣздъ и двойныя звѣзды. — Спектры неподвижныхъ звѣздъ. — Температура неподвижныхъ звѣздъ. — 26. Перечень наиболѣе интересныхъ двойныхъ звѣздъ въ отдаленныхъ созвѣздіяхъ. 27. Собственное движеніе неподвижныхъ звѣздъ. — Сиріусъ. Движеніе солнца. 28. Переменныя и новыя звѣзды. 29. Звѣздныя кучи и туманности. Открытія Гершеля и его взгляды на природу туманностей. 30. Мѣсячный путь. Вселенное царство разума.

Проф. ГЕРМАНЪ КЛЕЙНЪ

ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ ВСЕЛЕННОЙ.

Съ 45 рисунками, цѣна 1 руб. 25 к.

СОДЕРЖАНІЕ.

1. **Міръ, какъ цѣлое.** Возрѣвіи древнихъ.—Разсвѣтъ наукъ.—Работы Герниеля.—Расположеніе звѣздныхъ системъ во вселенной.—Возрастъ неподвижныхъ звѣздъ.—Обновленіе міровъ.—Загораніе новыхъ звѣздъ.

2. **Прошлое и будущее вселенной.** Паденіе планетныхъ массъ на центральныя тѣла.—Можетъ ли благодаря этому матерія пространства постепенно собраться въ громадныя тѣла.

3. **Царство туманныхъ пятенъ и ихъ роль въ образованіи звѣздныхъ системъ.** Природа и роль млечнаго пути.—Туманности суть зачаточныя формы позднѣйшихъ звѣздныхъ системъ.—Спиральныя туманности.—Образованіе солнечной системы изъ вращающейся туманной массы.

4. **Солнце.** Зависимость органической жизни на землѣ отъ солнца.—Вычисленіе механической силы, изливаемой солнцемъ въ видѣ теплоты.—Разстояніе солнца отъ земли и его величина.—Протуберанцы.—Хромосфера.—Теорія солнечныхъ пятенъ.—Запасъ силы, скрытой въ солнцѣ, должень современемъ изсякнуть.

5. **Природа кометъ и ихъ роль во вселенной.** Число кометъ и распредѣленіе ихъ.—Физическія свойства кометъ.—Результаты изслѣдованія путемъ спектральнаго анализа.—Связь между кометами и падающими звѣздами.—Роль кометъ во вселенной.—Распаденіе кометъ и образованіе новыхъ кометъ.

6. **Роль падающихъ звѣздъ въ солнечной системѣ.** Высота, на которой вспыхиваютъ падающія звѣзды въ нашей атмосферѣ.—Распредѣленіе метеорныхъ потоковъ и кометъ.—Вліяніе земного притяженія на паденіе метеоровъ.—Метеориты, какъ вѣстники изъ области неподвижныхъ звѣздъ.—Нѣкоторые метеориты, возможно, имѣютъ свое начало на лунѣ.—Метеорные камни, содержащіе органическое вещество.

7. **Воздухъ солнечной системы и земли** Относительный возрастъ отдѣльных планетъ.—Законъ планетныхъ разстояній.—Возрастъ земли.

8. **Обитаемость луны.** Вопросъ о жителяхъ луны не можетъ быть рѣшенъ прямымъ наблюденіемъ.—Луна обладаетъ въ высшей степени тонкой атмосферой.—Температура на лунѣ днемъ и ночью.

9. **Обитаемость планетныхъ міровъ.** Планета Меркурій.—Ея общее положеніе во вселенной.—Вращеніе.—На Меркуріи не можетъ быть обитателей, подобныхъ людямъ.—Планета Венера.—Планета Марсъ.—Времена года на Марсѣ.—Большія скопленія льда у его полюсовъ.—Атмосфера Марса.—Наводненія.—Малыя планеты.—Юпитеръ.—Луны Юпитера.—Планета Сатурнъ и система его колецъ.—Уранъ и Нептунъ.—Заключеніе: положеніе человека во вселенной.

Проф. ГЕРМАНЪ КЛЕЙНЪ.

ЧУДЕСА ЗЕМНОГО ШАРА.

Переводъ съ нѣмецкаго, съ 84 рисунками цѣна 1 руб. 35 к.

СОДЕРЖАНІЕ.

1. Понятія древнихъ о землѣ.—Представленія въ IX вѣкѣ. 2. Открытіе Америки Колумбомъ. 3 Васко-де-Гама.—Первое кругосвѣтное путешествіе Магеллана. 4. Научныя завоеванія новѣйшаго времени. 5. Попытки точнаго опредѣленія формы земли.—Размѣры земного шара.—Ежедневное вращеніе земли. 6. Вѣсъ земли.—Внутренняя теплота земли. 7. Измѣненія на земной поверхности.—Возрастъ и возникновеніе материковъ.—Новѣйшія изслѣдованія о способѣ образованія материковъ и морей.—Море и его значеніе для культурнаго развитія человѣчества.—Морское дно.—Свойства морской воды.—Уровень моря.—Глубина океана.—Температура воды на поверхности и въ глубинѣ моря. 9. Образованіе льда въ полярныхъ моряхъ.—Ледяныя нозы.—Наблюденіе Нансена.—Ледяныя горы.—Плывучіе льды.—Полярныя экспедиціи. 10. Морскія теченія.—Великія экваторіальныя теченія. 11. Гольфстремъ.—Флоридово теченіе.—Саргассово море.—Холодныя полярныя теченія. 12. Приливы и отливы.—Убыль и приростъ суши.—Сцилла и Харибда.—Мальстремъ. 13. Острова.—Коралловые острова. 14. Источники. 16 Артезіанскіе колодцы.—Грязевые вулканы.—Минеральные источники. 15. Пещеры.—Долины.—Воронки и провалы.—Пещеры-ледники. Рѣки.—Источники Тигра.—Ежегодный расходъ воды въ рѣкахъ.—Наводненіе европейскихъ рѣкъ. 17. Верхнее, среднее и нижнее теченіе рѣкъ.—Строеніе береговъ.—Русла рѣкъ и ихъ измѣненія.—Пороги и водопады.—Образованіе дельтъ.—18. Рейнъ. 19. Озера. Каспійское море.—Аральское море. 20. Образованіе озеръ въ Альпахъ.—Женевское озеро.—Цюрихское озеро.—Ледниковыя озера.—Возникновеніе альпійскихъ озерныхъ котловинъ. 21. Болота.—Торфяники. 22. Высота сѣв. полярной линіи въ различныхъ климатахъ.—Лавины.—Обвалы ледниковъ.—Обледенѣніе Гренландіи.—Ледниковой періодъ. 23. Колебанія уровня воды въ озерахъ, рѣкахъ.—24. Землетрясеніе.—Моретрясеніе. 25. Горные обвалы. 26. Вулканическія явленія.—Везувій.—Изверженіе. 27. Быстрое исчезновеніе вулкановъ.—28. Атмосфера и ея физическія свойства. 29. Давленіе воздуха и общая система воздушныхъ теченій.—Пассаты и муссоны. 20. Облака. 31. Дождь.—Атмосферные осадки въ умѣренномъ поясѣ. 32. Вѣтры и бури. 33. Грозы и градъ.—Атмосферное электричество. 34. Полярное сіяніе.—Земной магнетизмъ. 35. Погода.—Возвратъ холодовъ.

Р. Б О М М Е Л И.

ИСТОРИЯ ЗЕМЛИ.

Переводъ со второго исправленнаго пѣмецкаго изданія Г. А. Давыдова.

Съ многочисленными рисунками.

Общая часть.

Введение.—Двѣ экскурсіи: 1) въ кабинетъ натуралиста, 2) поѣздка по Швейцаріи.

Важѣйшія геологическія измѣненія современности. 1) Преобразующая дѣятельность воды.—2) Дѣятельность организмовъ.—3) Вулканы.—4) Землетрясенія.—5) Образованіе горъ.—6) Медленное подніятіе и опусканіе почвы.

Матеріалъ, изъ котораго построена земная кора. 1) Простыя тѣла или элементы.—2) Горныя породы.

Современный органическій міръ. 1) Царство растений.—2) Царство животныхъ.

Звѣздный міръ. Земля, какъ небесное тѣло. 1) Изъ исторіи астрономіи.—2) Триумфъ науки.—3) Царство неподвижныхъ звѣздъ и туманностей.—Вѣроятное происхожденіе солнечной системы и земли.

Спеціальная или историческая часть.

1) Окаменѣлости.—2) Раздѣленіе исторіи земли на эры и періоды.

Первобытное состояніе земли и архейская эра. 1) Первобытныи гнейсъ и сланецъ.—2) Рудныя мѣсторожденія.

Древность земли. 1) Силурійская эпоха. 2) Девонскій періодъ.—3) Каменноугольный періодъ.

Мезозойская эра. 1) Господство пресмыкающихся.—2) Триасовый періодъ.—3) Юрскій періодъ. 4) Мѣловой періодъ.

Кайнозойская эра. 1) Третичный періодъ.—2) Дилuviальный періодъ или періодъ мамонта и первобытнаго человѣка.

Заключеніе: прошлое и будущее.

Полные каталоги склада по требованію высылаются бесплатно.


Цѣна 1 р. 25 к.

СКЛАДЪ ИЗДАНІЯ:

Книжный складъ „Провинція“, Спб. Екатерининская, 4.

Книжный складъ М. Стасюлевича, Спб. В. О. 5 п. 28.

Книжный складъ Бр. Башмаковыхъ, Москва, Мясницкая, 24.